BnF Gallica

Revue scientifique

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

BnF Gallica

. Revue scientifique. 1928.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :
- La réutilisation non commerciale de ces contenus ou dans le cadre d'une publication académique ou scientifique est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source des contenus telle que précisée ci-après : « Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France » ou « Source gallica.bnf.fr / BnF ».
- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service ou toute autre réutilisation des contenus générant directement des revenus : publication vendue (à l'exception des ouvrages académiques ou scientifiques), une exposition, une production audiovisuelle, un service ou un produit payant, un support à vocation promotionnelle etc.

CLIQUER ICI POUR ACCÉDER AUX TARIFS ET À LA LICENCE

2/ Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

3/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.
- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

4/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

5/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

6/ L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter **utilisation.commerciale@bnf.fr**.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

AVEC 418 FIGURES INTERCALÉES DANS LE TEXTE

66e ANNÉE

Du 1er Janvier au 31 Décembre 1928

ANNULÉ

PARIS

BUREAUX DE LA *REVUE POLITIQUE ET LITTÉRAIRE* (*REVUE BLEUE*)
ET DE LA *REVUE SCIENTIFIQUE*
286, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 286

1928

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

Supplément au numéro du 22 décembre 1928, de la *Revue Scientifique*.

REVUE SCIENTIFIQUE

P. et A. DAVY, IMPRIMEURS
IMP. DE LA REVUE BLEUE ET DE LA REVUE SCIENTIFIQUE
52, rue Madame, Paris (6e)

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 1 — 66e ANNÉE — 14 JANVIER 1928

APERÇU SUR L'ÉVOLUTION DE LA PHYSIOLOGIE ET SUR L'ŒUVRE DES PHYSIOLOGISTES LYONNAIS (1)

par M. H. CARDOT,

Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon.

Je voudrais très rapidement rappeler les diverses étapes par lesquelles est passée la physiologie avant de constituer la science parfaitement autonome qu'elle est actuellement. Passant ensuite de cet exposé très sommaire et très général à un point de vue tout local, je chercherai à résumer la part prise par les physiologistes lyonnais à l'édification de notre science.

***

Dans une première période, qui s'étend jusqu'au XVIIIe siècle, la Physiologie n'existe pas en tant que science autonome. Uniquement basée sur l'observation, sans principes, sans méthodes lui appartenant en propre, elle est subordonnée complètement à l'anatomie.

Dès l'antiquité, on peut, il est vrai, trouver dans l'œuvre de Galien un essai pour asseoir la Physiologie à la fois sur l'observation et sur l'expérimentation.

Galien montre que sur l'animal vivant, le ventricule gauche et les artères sont pleines de sang et que ces dernières battent simultanément par suite d'une certaine impulsion ayant son origine dans le cœur : « Il existe, dit-il, dans chacune des artères, une certaine faculté qui dérive du cœur et en vertu de laquelle elles se dilatent et se contractent. » Il observe et décrit les mouvements du cœur mis à nu. Il montre que le cerveau est l'origine des nerfs et des mouvements volontaires. Par des vivisections hardies sur l'animal, ordinairement sur de petits cochons, il aborde l'étude de la section ou de la compression des nerfs intercostaux, des nerfs laryngés, du phrénique. Il observe qu'après section longitudinale de la moelle suivant la ligne médiane, la sensibilité et le mouvement persistent des deux côtés, tandis qu'ils sont abolis par une incision transversale.

Mais ces premiers tâtonnements dûs à un homme de génie n'ont pas suffi à eux seuls pour ouvrir à la science une voie nouvelle. Et ensuite, jusqu'à la fin du Moyen Age, aucun progrès n'a été accompli. Les théories galéniques sont abondamment commentées, mais la méthode expérimentale dont elles dérivaient tombe dans un complet oubli.

Plus tard, avec Servet, Vésale, Césalpin, Fabrice d'Acquapendente, Harvey, Descartes, la Physiologie n'est encore que le complément des études morphologiques. De la structure des organes, on cherche à déduire le fonctionnement, en faisant appel aux principes de la mécanique et de l'hydrostatique.

La seule étude des détails anatomiques ne peut aboutir qu'à l'établissement de connaissances très élémentaires de mécanique animale. Mais déjà l'observation des organes sur l'ani-

(1) Extrait de la leçon d'ouverture du Cours de Physiologie générale et comparée de la Faculté des Sciences de Lyon, faite le 2 mai 1927.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

mal vivant, les vivisections viennent apporter leur contrôle aux déductions purement anatomiques et permettent d'éliminer peu à peu maintes théories erronées.

Ainsi, la Physiologie s'oriente graduellement vers l'expérimentation, abandonnant les discussions métaphysiques et scolastiques.

C'est par des faits expérimentaux précis qu'Harvey démontre la circulation du sang.

Un peu plus tard, le physiologiste hollandais, Régnier de Graaf, apporte une contribution importante à la technique physiologique en recueillant pour la première fois le suc pancréatique à l'aide d'une fistule expérimentale.

Mais c'est surtout à partir de Haller, de Réaumur, de Spallanzani que la physiologie ne progresse plus qu'appuyée sur l'expérience.

C'est Haller surtout qui a exercé à ce point de vue l'influence la plus féconde par la publication de ses *Elementa physiologiæ corporis humani*. Il veut que la Physiologie soit basée sur les connaissances anatomiques les plus précises et les plus étendues. Mais à elle seule, l'anatomie est insuffisante ; elle doit être complétée par l'expérience sur l'animal vivant, par la vivisection.

Ainsi se trouve à nouveau ouverte, et cette fois d'une façon définitive, la voie que près de seize siècles auparavant le génie de Galien avait indiquée.

*
* *

Jusqu'à une époque relativement récente, les physiologistes inclinaient à croire que les manifestations vitales sont régies par un principe distinct et se déroulent en dehors des lois de la physique et de la chimie.

Cette théorie du principe vital s'opposait jusqu'alors avec succès à une autre conception suivant laquelle les mécanismes que nous voyons en œuvre dans le monde inorganique suffisent à expliquer les phénomènes de la vie.

Ce qui caractérise essentiellement l'évolution de la Physiologie depuis la fin du XVIII[e] siècle, c'est que, graduellement, elle va se libérer de la conception vitaliste et s'appuyer de plus en plus sur la physique et la chimie, auxquelles elle a emprunté sa méthode fondamentale qui est l'expérimentation.

De 1777 à 1790, les mémorables recherches de Lavoisier, Laplace et Séguin sur la respiration, la chaleur animale, la transpiration, établissent d'une façon décisive l'identité fondamentale des phénomènes respiratoires et calorifiques qui s'accomplissent dans l'être vivant et des phénomènes d'oxydation.

D'autres hommes vinrent ensuite, dont l'influence fut considérable : Bichat, fondateur de l'histologie, dont l'œuvre incite les physiologistes à étudier méthodiquement les propriétés caractéristiques des divers tissus ; Flourens qui aborde par des vivisections hardies l'étude des centres nerveux ; Magendie surtout, qui a découvert les fonctions des racines des nerfs rachidiens et orienté définitivement la Physiologie dans la voie expérimentale, en rejetant les hypothèses et les explications prématurées.

Vers la même époque, ou peu après, l'intervention de processus purement physiques a été démontrée chez l'être vivant. Je vous rappellerai seulement pour mémoire les belles expériences de Dutrochet, adversaire irréductible du vitalisme, qui écrit en 1835 : « Les êtres vivants doivent être considérés comme des laboratoires dans lesquels la nature opère des phénomènes et confectionne des substances qui ne peuvent avoir de durée que sous l'influence des causes particulières qui ont présidé à leur production. La vie se compose de phénomènes physiques et chimiques spéciaux qui doivent se rattacher à la physique et à la chimie générale. Il faut donc chercher à découvrir quels sont les phénomènes spéciaux de la physique et de la chimie auxquels le mouvement vital doit son existence. Je pense avoir fait le premier pas dans cette voie par la découverte de l'endosmose. »

C'est donc à tort que les vitalistes ont cru à une opposition entre les phénomènes vitaux et ceux qui se déroulent dans les corps bruts. A tort aussi qu'ils ont supposé que les composés organiques ne pouvaient être produits que par l'être vivant. La synthèse de l'urée réalisée par Wöhler, puis les étonnants progrès de la chimie organique au cours du XX[e] siècle achèveront de battre en brèche ce dogme suranné.

*
* *

L'objectif, les tendances de la Physiologie moderne trouvent leur expression la plus parfaite dans les écrits de Claude Bernard, notamment dans son immortelle *Introduction à l'étude de la Médecine expérimentale*, et dans son *Rapport sur les progrès et la marche de la physiologie générale en France* (1867).

Je n'ai pas la prétention de résumer, après d'éminents esprits qui l'ont fait de façon excellente, l'œuvre gigantesque de Claude Bernard. Vous savez tous que les faits principaux qu'elle renferme, fruits de l'expérimentation tout à la fois la plus ingénieuse et la plus précise, constituent les fondements des principaux chapitres de notre science. Mais ce qu'il nous importe de retenir ici, c'est qu'elle nous libère, définitivement cette fois, du joug de l'ancien vitalisme.

« Il restait, a dit Renan, un principe mystérieux, en vertu duquel les phénomènes vitaux, contrairement aux lois des corps bruts, semblaient n'être pas identiques dans des circonstances identiques. Voilà ce que Magendie

nia tout à fait ; voilà ce que Claude Bernard réfuta par des expériences sans nombre. En s'appliquant à produire les faits mêmes de la vie, en s'ingéniant à les gêner, à les contrarier, il réussit à les soumettre à des lois précises. La Physiologie ainsi conçue devint la sœur de la physique et de la chimie. Dans les corps vivants, comme dans les corps bruts, les lois sont immuables. Le mot d'exception est antiscientifique. Ce qu'on appelle exception est un phénomène dont une ou plusieurs conditions sont inconnues. »

Permettez-moi encore cette citation empruntée à la notice que Paul Bert a consacrée aux travaux de son maître.

«... Pour la première fois, cette certitude de l'identité dans les résultats quand les conditions des phénomènes sont identiques, certitude sans laquelle il n'y a pas de science, était affirmée, démontrée par une discussion qui est restée comme un modèle, et étayée de preuves presque toutes empruntées à ses propres découvertes, en telle sorte que cette dissertation philosophique prenait l'intérêt palpitant d'une auto-biographie. A cette certitude il donnait même un nom, qui a fait fortune ; il l'appelait le *déterminisme*. »

Désormais, les règles qui doivent guider le physiologiste dans ses recherches sont posées de façon nette et précise. Comme point de départ, l'hypothèse. « Elle est, dit Dastre, le stimulant de la recherche. Les vitalistes en avaient abusé. Les écoles anciennes avaient mis l'hypothèse au-dessus du fait, ou bien elles confondaient d'une façon si inextricable le fait et l'idée, qu'elles avaient discrédité celle-ci. Par une réaction exagérée contre cet excès, l'école adverse, comprenant un petit nombre d'esprits positifs et concrets, comme Magendie, excluait de la recherche toute idée, toute idée préconçue, toute hypothèse. Ils professaient que la vérité scientifique sortirait de la simple confrontation des faits. Claude Bernard contredit cette vue. Aucune découverte n'est jamais sortie de la simple accumulation des faits. Il réhabilite donc l'hypothèse, l'idée préconçue : son rôle est de susciter l'expérience, de la diriger. Elle est l'instrument nécessaire de l'investigation. Son rôle, toutefois, est provisoire ; son sort est de disparaître, à moins d'avoir résisté à tous les assauts et à tous les contrôles. »

Il s'agit ensuite de déterminer dans quelles conditions se produira à coup sûr le phénomène que l'on veut examiner, de procéder par expériences comparatives, au cours desquelles toutes les conditions autres que celle dont on se propose l'étude, restent identiques.

Science expérimentale comme la physique et la chimie, la Physiologie s'oppose avec elles aux sciences d'observation, aux sciences contemplatives. Celles-ci peuvent aboutir seulement à la prévision des faits, celles-là constituent des sciences explicatives et conquérantes de la nature.

Conquérir la nature animée, la forcer à nous révéler ses secrets, pour le plus grand profit de l'humanité, comme la physique et la chimie l'ont fait pour la matière brute, voilà, pour Claude Bernard, le but essentiel de la physiologie.

« En résumé, a-t-il dit, ce qui importe au physiologiste, c'est de pouvoir expérimentalement diriger les phénomènes évolutifs de façon à modifier la nutrition de la matière organisée, afin d'arriver par là à changer plus ou moins la durée, l'intensité, ou même la nature de ses propriétés vitales. »

En même temps, il réunit en une synthèse admirable les résultats physiologiques acquis sur les différents éléments anatomiques, animaux ou végétaux, cherche à dégager « l'unité fondamentale au sein de tant de variétés qui la dissimulent ». Il fonde et définit ainsi la physiologie générale dont le but est l'étude des propriétés fondamentales de la matière vivante.

*
* *

L'œuvre de Claude Bernard eut un retentissement mondial, et l'on peut dire sans exagération que nulle impulsion nouvelle, nul autre principe directeur n'ont été donnés par la suite à notre science. A l'étranger comme en France, celle-ci a progressé d'une marche sûre dans la voie qu'il lui a si magistralement tracée.

Non seulement les élèves directs du Maître, Paul Bert, Gréhant, Dastre, d'Arsonval, mais les physiologistes de tous pays, sont désormais ses disciples. Et comme il l'a prévu, la Physiologie devient la science conquérante qui permet dans bien des cas de remédier aux maux dont souffre l'humanité.

La révolution opérée en médecine par Pasteur, la découverte par Richet de la sérothérapie et de l'anaphylaxie, les études, si précises depuis Chauveau et Marey sur la circulation, celles sur l'énergétique alimentaire et le métabolisme, sur les actions humorales, sur l'électrophysiologie, tant d'autres belles recherches poursuivies à la fin du XIX^e^ siècle ou au début du XX^e^, sont là pour en fournir la démonstration.

Il suffit de rappeler les noms de quelques-uns des grands savants français qui illustrent cette période : Vulpian, Marey, François-Franck, Chauveau, Richet, Gley, Lapicque, Delezenne. Portier, pour apprécier la part toujours importante de la France dans les progrès de la Physiologie.

*
* *

Nous avons donc vu la Physiologie appuyée d'abord exclusivement sur l'anatomie qui la do-

mine ; puis se libérant de celle-ci graduellement par l'essai d'abord timide de la méthode expérimentale, qu'elle emprunte aux sciences physiques ; acquérir ainsi peu à peu son autonomie ; s'écarter des sciences d'observation, prenant désormais pour point d'appui solide la physique et la chimie qui venaient de se constituer.

Dès lors, tout progrès réalisé en physique ou en chimie a sa répercussion heureuse sur l'évolution de la Physiologie, soit qu'il s'agisse de mettre en œuvre des procédés techniques nouveaux, soit qu'il s'agisse de mieux comprendre les processus complexes caractéristiques de la vie.

Les progrès de la chimie organique, le développement de la chimie physique, les travaux sur l'électrolyse, sur la polarisation, l'étude des propriétés des substances colloïdes, bien d'autres investigations encore dans le domaine de la physique et de la chimie sont presque aussitôt l'origine de découvertes nouvelles en physiologie.

Peut-être, dans cette toute dernière période, en France comme à l'étranger, ces découvertes n'ont-elles plus la généralité et l'ampleur de celles qui ont marqué l'époque de Claude Bernard et de Pasteur ? Le recul du temps fait défaut, et l'on doit se méfier ici de son jugement.

Il semble toutefois que le physiologiste soit désormais astreint à marcher à pas plus lents. Il ne voit plus toujours devant lui de vastes espaces inexplorés réservant une moisson fructueuse. Ayant l'esprit du physicien, mais se trouvant en présence de données infiniment moins précises et plus complexes que celles des problèmes posés à ce dernier, il peut quelquefois manquer d'audace. Et pourtant il est peut-être souhaitable que, parfois encore, il marche un peu à l'aventure, posant à la nature des questions téméraires dont quelques-unes seulement recevront une réponse. Mais souvent aussi, il doit attendre avec patience que devant lui la chimie ou la physique prépare son terrain d'attaque et ne l'aborder qu'avec tous les moyens que peuvent lui fournir ces dernières.

Les progrès deviennent alors, plus que par le passé, le résultat d'un effort collectif où chacun a davantage sa tâche spécialisée, mais aussi son horizon plus restreint. C'est la guerre de tranchées succédant à la guerre de mouvements.

***

Constituée en discipline formellement expérimentale et s'opposant en cela aux sciences d'observation dont elle est dérivée à l'origine, la Physiologie ne se dresse nullement en antagoniste de ces dernières.

Si le physiologiste doit aborder la solution d'un problème avec la logique du physicien ou du chimiste, il lui est aussi éminemment utile d'être servi par l'érudition du naturaliste.

L'étude de la physiologie spéciale des divers types animaux ou végétaux constitue une partie solide des fondations sur lesquelles s'élève l'édifice de la Physiologie générale. L'expérimentation se complète par la comparaison. Voilà pourquoi il est indispensable de ne point borner nos études à quelques animaux de laboratoire, toujours les mêmes : le chien, le lapin, le cobaye, la grenouille, quelquefois l'escargot.

La Physiologie comparée doit marcher en liaison étroite avec les sciences descriptives. Et il nous est à ce point de vue très profitable d'avoir avec les représentants de ces sciences des points de contact fréquents et des domaines où nous pouvons marcher la main dans la main.

Un attrait tout spécial s'attache à la chaire de Physiologie générale et comparée de la Faculté des Sciences de Lyon. Sous sa dépendance se trouve la Station maritime de biologie de Tamaris.

Je rappellerai tout à l'heure quelques-uns des beaux travaux d'un de mes éminents prédécesseurs, M. le professeur Raphaël Dubois, auquel j'adresse ici l'expression de mon respect. Une importante partie de ses recherches a été accomplie en cet endroit où les ressources de la mer offrent à l'expérimentateur un matériel très varié.

Mon grand espoir, — et j'espère que la réalité ne sera pas en-dessous du rêve, — c'est de voir Tamaris devenir un centre actif d'études dont les physiologistes, étudiants ou maîtres, connaîtront le chemin, mais où les zoologistes et les botanistes voudront bien parfois aussi travailler à leurs côtés, pour le plus grand profit des uns et des autres.

***

En tâchant de vous retracer d'une façon bien sommaire et imparfaite les progrès et les tendances de notre science, j'ai déjà eu l'occasion de citer deux noms dont la région lyonnaise s'énorgueillit à juste titre : Claude Bernard et Chauveau.

Je n'ai pas à rappeler ici que, jusqu'à la fin de sa vie, Claude Bernard resta toujours profondément attaché à sa petite patrie, au sein de laquelle il revenait pour de fréquents et reposants séjours...

En donnant son nom au quai où se dresse nos Facultés, la ville de Lyon a voulu que l'œuvre de cet illustre enfant du Rhône reste toujours familière à l'esprit de nos jeunes étudiants.

Lyon honorait l'an dernier le souvenir d'un

autre physiologiste éminent qui, s'il naquit dans l'Yonne et mourut à Paris, a passé dans votre ville la partie la plus féconde de son existence. Qu'on n'attende pas de moi une analyse même succincte des travaux de Jean-Baptiste Auguste Chauveau. Nous savons tous quels progrès importants lui doivent la physiologie et la médecine, et mon collègue, M. le professeur Maignon, les a récemment exposés d'une façon excellente dans un discours à la Société centrale de Médecine vétérinaire.

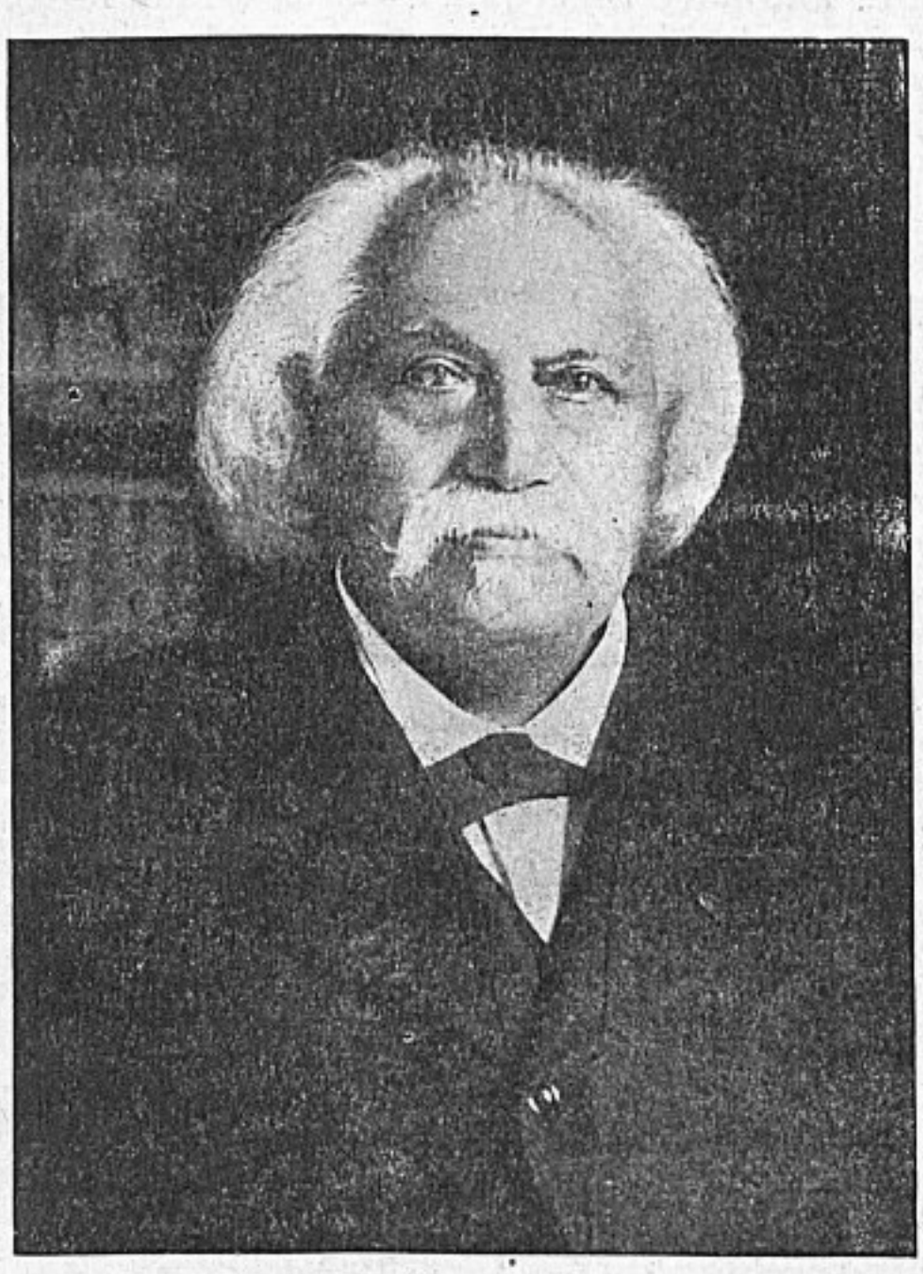


Fig. 1. — Auguste Chauveau.

C'est à l'Ecole vétérinaire de Lyon qu'une partie de la carrière scientifique de Chauveau s'est déroulée. Il y fut successivement, de 1848 à 1886, chef de travaux, professeur et directeur.

Cette Ecole, elle doit sa fondation, vous le savez, à l'initiative d'un Lyonnais, Claude Bourgelat. Ouverte en 1762, elle prit dès 1764 le nom d'Ecole royale vétérinaire. Ce n'est qu'un peu plus tard que le roi en fit créer une seconde à Alfort, placée comme la première sous la direction de Bourgelat. Dès la fondation de ces écoles, Bourgelat voulait qu'elles devinssent des centres d'expérimentation, et le physiologiste suisse Haller lui soumettait dès cette époque des projets d'expériences à entreprendre.

Les écoles vétérinaires, et notamment la première en date, celle de Lyon, n'ont pas dans la suite failli à leur double mission. Elles ont donné au pays des praticiens habiles et instruits; elles ont aussi exercé une influence importante sur l'évolution de la physiologie et de la médecine, le grand nom de Chauveau est là pour l'attester. Elles continueront sans nul doute à le faire, conformément à leurs traditions.

Claude Bernard, Chauveau, ces deux noms ne constituent-ils pas une gloire éclatante pour la Physiologie lyonnaise ?

Mais il serait injuste d'oublier devant eux les titres que, par leurs beaux travaux, d'autres savants ont acquis à notre reconnaissance.

Nous saluerons ici les noms de Raulin, de Raphaël Lépine, de Morat, de mon respecté collègue, M. le professeur Doyon, de M. le doyen Hugounenq, de M. Auguste Lumière, d'autres encore, dont les recherches scientifiques et les œuvres didactiques ont tant fait pour les progrès de la Physiologie.

Ne faut-il pas rappeler aussi les travaux de l'éminent lyonnais, Alexis Carrel, qui font autant la gloire de la France que celle de l'Amérique ?

Et j'arrive maintenant à ceux des physiologistes lyonnais qui furent dans cette chaire mes prédécesseurs : Arloing, Raphaël Dubois et Couvreur.

*
* *

Toute la vie scientifique de S. Arloing, élève préféré de Chauveau et son successeur à l'Ecole vétérinaire, s'est déroulée à Lyon, sauf un séjour de quelques années à Toulouse.

Ses premiers travaux, en collaboration avec Tripier, sont relatifs à la sensibilité dans les téguments et le bout périphérique des nerfs après sections et résections. Ils démontrent, pour la première fois, dans les nerfs sensitifs cutanés, l'existence d'une sensibilité récurrente, jusqu'alors reconnue seulement dans les nerfs moteurs.

La sensibilité du bout périphérique d'un nerf sectionné est due à la présence de fibres nerveuses dont la liaison avec les centres n'a pas été interrompue par la section. La preuve en est donnée par la présence de fibres non dégénérées dans ce bout périphérique, un mois après la section.

Les résultats des premières expériences faites sur les nerfs cutanés des membres ont été étendus ensuite aux nerfs de la face. Chez le cheval, après section du facial près des branches terminales, une sensibilité persiste dans le bout périphérique. Ici aussi, c'est en quelque sorte une sensibilité d'emprunt due à des fibres venues du trijumeau.

Le nerf pneumogastrique a fait, de la part d'Arloing, l'objet d'une étude expérimentale approfondie. Il montre notamment que les deux pneumogastriques ne se distribuent pas symé-

triquement au tube digestif. Il confirme le fait que le pneumogastrique droit exerce une action cardiomodératrice plus énergique que le gauche.

Je ne puis que rappeler ici ses expériences sur le mécanisme de la déglutition chez les Mammifères et les Oiseaux, sur les anesthésiques (chloral, chloroforme, éther), sur les muscles striés pâles et rouges, sur l'excitabilité corticale, notamment ses déterminations des points

Fig. 2. — S. Arloing.

excitables de l'écorce cérébrale du chien et des Solipèdes.

Dans ses expériences sur le sympathique cervical, il montre l'existence, chez le bœuf et la chèvre, de fibres fréno-sécrétoires pour la glande lacrymale ; chez l'âne, de fibres sécrétoires et fréno-sécrétoires pour les glandes sébacées de la conque de l'oreille.

Une part très importante de ses travaux est consacrée à la pathologie : études sur la tuberculose, les septicémies, l'atténuation des virus.

Dès 1882-1884, les recherches qu'il fit en collaboration avec Chauveau établirent le rôle du streptocoque pyogène dans la septicémie puerpérale, celui du vibrion septique de Pasteur dans la gangrène gazeuse.

Si incomplet que soit le bref résumé que je viens de donner de cette œuvre, il suffit à en faire pressentir la grandeur.

***

M. le professeur Raphaël Dubois, qui a occupé cette chaire de 1888 à 1920, est tout à la fois un expérimentateur très ingénieux et très habile et un grand remueur d'idées. Armé ainsi des dons essentiels qui rendent possibles les découvertes, il s'est appliqué à la solution de problèmes très variés.

Ici aussi, n'attendez pas de moi un exposé complet des beaux travaux de M. Dubois. Je m'attacherai seulement à deux d'entre eux, rapidement devenus classiques : les études sur les animaux hibernants, et celles sur les organismes lumineux.

La physiologie des animaux hibernants avait

Fig. 3. — Raphaël Dubois.

déjà attiré l'attention de plusieurs expérimentateurs, notamment de Regnault et Reiset. Elle ne nous est réellement devenue familière que depuis les belles expériences de Dubois sur la marmotte. Ces expériences nous apportent les données les plus précises sur le métabolisme, les échanges respiratoires, la température, les gaz du sang chez l'hibernant. Elles s'efforcent de nous faire comprendre le mécanisme intime du sommeil et du réveil. Suivant Dubois, le sommeil et le réveil sont des phénomènes automatiques dûs à l'accumulation dans le sang de l'acide carbonique, en proportion définie soit pour le sommeil, soit pour le réveil. Partant de ses études sur l'animal hibernant, Dubois a songé à généraliser la notion qui précède et en

a déduit ainsi sa théorie du sommeil normal par autonarcose carbonique.

Le mécanisme suivant lequel certains êtres vivants peuvent produire de la lumière est, pendant longtemps, resté très obscur, encore que de nombreux auteurs se soient consacrés à l'étude de cette question.

Je crois que le plus ancien travail qui ait apporté des documents expérimentaux vraiment précis est celui que publia en 1821, J. Macaire. Ce « Mémoire sur la phosphorescence des lampyres » parut dans le tome XVII des *Annales de chimie et de physique*.

Il semble que ce Mémoire n'ait point retenu beaucoup l'attention des physiologistes. Et pourtant je demande la permission de m'y arrêter un instant pour les deux raisons suivantes :

1° Les recherches de Macaire ont été conduites avec une méthode expérimentale excellente et exposées avec une précision et une clarté qui me semblent tout à fait remarquables pour l'époque.

2° Ce mémoire va résumer ce que l'on pouvait dire d'essentiel sur la bioluminescence avant les travaux de R. Dubois, et nous comprendrons mieux alors toute la valeur de ces derniers.

Macaire montre que, quand s'éteint la lumière du lampyre, on ne peut invoquer l'intervention d'aucun dispositif mécanique ; il y a lieu au contraire d'admettre la mise en jeu d'un facteur nerveux. L'émission de lumière peut subsister un certain temps après la mort de l'animal, et elle peut s'observer aussi sur la matière extraite des organes lumineux. Elle n'est possible dans tous les cas qu'en présence de l'oxygène.

La température influence très nettement la production de lumière. Au-dessous de 10 à 11° Réaumur, il n'y a pas émission de lumière, à l'inverse de ce qui se produit à des températures plus élevées, 20 ou 25° R. La luminescence persiste à des températures supérieures à la température mortelle pour l'insecte, c'est-à-dire entre 28° et 33° R. Elle atteint son maximum à peu près à cette dernière température, diminue ensuite d'éclat, devient rougeâtre et s'éteint complètement entre 47° et 50° R. Aucune intervention ne peut ensuite la faire réapparaître. Au contraire, l'animal tué par le froid luit de nouveau par réchauffement.

Etudiant l'action de divers réactifs sur la matière retirée des organes lumineux, l'auteur est amené à conclure en ces termes :

« Je suis porté à regarder la matière lumineuse comme essentiellement, sinon en totalité, composée d'albumine dans un état de demi-transparence, et la cause de la cessation de lumière me paraît être la coagulation de cette albumine et son passage à l'état opaque.

« Tous les corps susceptibles de coaguler l'albumine enlèvent la propriété de luire à la matière phosphorescente ».

Les expérimentateurs qui vinrent ensuite, tout en apportant souvent des faits intéressants, n'ont rien fourni d'essentiel sur le mécanisme intime de la production de la lumière physiologique.

Au contraire, les recherches de Raphaël Dubois sur les Pyrophores, les Pholades, les Photobactéries notamment, nous donnent une solution satisfaisante du problème.

Dans la réaction photogène, il ne s'agit pas d'une oxydation directe, mais bien d'une action zymasique. Deux substances peuvent être isolées des organes lumineux. Elles ne brillent pas séparément au contact de l'oxygène, mais la lumière apparaît dès qu'on vient à les mélanger. Toutes deux présentent les caractères des substances protéiques. L'une, détruite au-delà de 70°, la luciférine, se rencontre seulement dans les organismes photogènes. L'autre, détruite à 60°, la luciférase, qui peut exister aussi dans d'autres organismes, a les caractères d'une peroxydase. Son rôle consiste à emprunter l'oxygène au milieu ambiant et à le combiner à la luciférine, donnant ainsi l'oxyluciférine, spontanément photogène ; elle peut d'ailleurs être remplacée dans la réaction photogène par le permanganate de potasse, l'eau oxygénée, le bioxyde de plomb ou de baryum.

Je n'insiste pas sur le détail des faits recueillis par Raphaël Dubois. Nous y verrions clairement que la conclusion à laquelle il aboutit a une portée générale. Elle a d'ailleurs été confirmée par la suite, et notamment par les travaux de Newton Harvey, et la discussion qui s'est instituée entre cet auteur et M. Dubois.

En dernière analyse, la biophotogénèse s'obtient *in vitro*, avec des composés chimiquement caractérisés extraits des organismes lumineux. Elle rentre dans la catégorie des chimiluminescences par oxydation. Et nous voyons précisément dans cette belle étude le physiologiste parvenir jusqu'au terme ultime posé à ses efforts, et qui est de réduire la manifestation vitale à de purs phénomènes physico-chimiques.

⁂

Dès le début de ses recherches, E. Couvreur s'était attaché à l'étude des nerfs pneumogastriques dans la série des Vertébrés, prenant en 1892 pour sujet de thèse de sciences le pneumogastrique des Oiseaux. Et il est revenu à plusieurs reprises, récemment encore, sur les propriétés de ces nerfs et sur les rapports de ceux-ci avec le sympathique.

Il apporte également, de 1889 à 1909, toute une série de données relatives à la respiration des Batraciens et des Reptiles.

Chez les Mammifères, il étudie un réflexe

conjonctivo-respiratoire qui a pour voie centripète la branche ophtalmique du trijumeau, pour voie centrifuge le nerf phrénique, et pour centres les tubercules quadrijumeaux antérieurs qui constituent ainsi un centre respiratoire secondaire important. Chez les Oiseaux et Batraciens qui ne possèdent pas de phrénique, il montre que ce réflexe fait défaut.

Ses recherches de chimie biologique, comme les recherches de physiologie qui précèdent, sont orientées surtout vers la Physiologie comparée : études sur les sucres et les pigments du

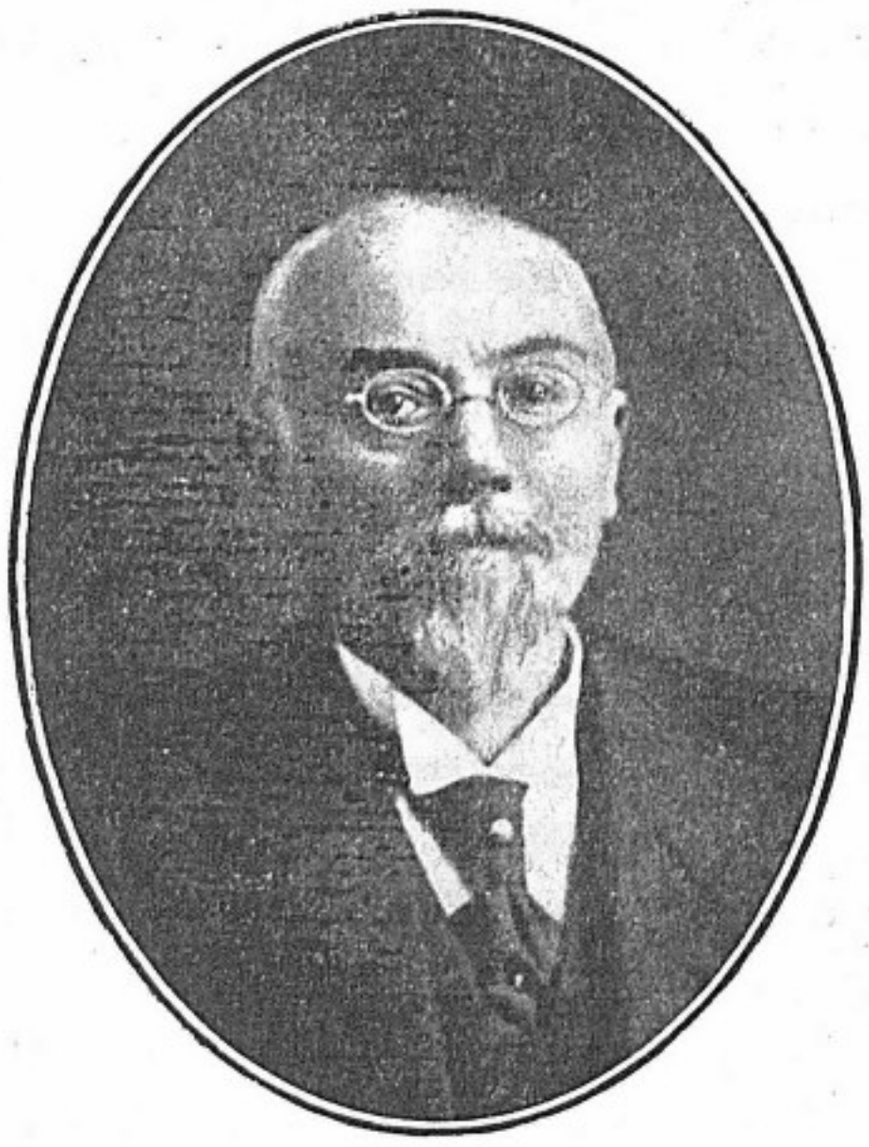


Fig. 4. — E. Couvreur.

sang chez les Vertébrés et les Mollusques, sur la chlorophylle animale, sur divers points aussi de chimie végétale.

Il consacre d'assez nombreux travaux à la physiologie du ver à soie. Une série de dosages au cours de la nymphose montre une diminution considérable et progressive de la graisse, en même temps qu'une augmentation du glycogène ; fait expérimental en faveur par conséquent d'une formation possible du glycogène à partir des graisses.

Il constate encore, notamment avec M. Clément, les difficultés qui se présentent lorsqu'on se propose de déterminer, chez la chenille prête à filer, la rétention de la soie, celles que l'on rencontre aussi quand on tente de réaliser *in vivo* la coloration de la soie en injectant dans la cavité générale de la larve certains colorants. Et cette dernière recherche amène à une étude sur l'élimination des colorants injectés aux animaux.

Au cours de sa laborieuse carrière, le professeur Couvreur a aussi abordé divers problèmes de toxicologie et d'anatomie.

Il a entrepris encore, en collaboration avec M. Duroux, une série de recherches expérimentales et cliniques sur les sections et restaurations nerveuses. Dans ces travaux sont précisées les conditions nécessaires à la restauration véritable des nerfs sectionnés et suturés, jusqu'au rétablissement de la sensibilité et de la motricité. Les prétendues restaurations rapides après suture d'un nerf sectionné ne sont que des pseudo-réparations dues à des fibres vicariantes, ou encore de simples apparences offertes par des suppléances musculaires. Par ces travaux, l'attention des physiologistes est attirée aussi sur l'intérêt que peuvent présenter les sutures hétérotopiques, c'est-à-dire les sutures entre nerfs à fonctions et à distributions différentes.

Enfin, il y a tout juste un an, il abordait l'étude d'une nouvelle question : les conditions du vol ramé chez les Oiseaux.

Nous savons tous quelle part importante de son labeur le regretté professeur Couvreur a réservé à l'enseignement.

Toutes les étapes de sa carrière universitaire, il les a parcourues à Lyon, successivement depuis 1888, chef de travaux, chargé de cours et professeur de Physiologie générale et comparée.

*
* *

Prenant, en 1884, possession de la chaire de Physiologie qui venait d'être créée en cette Faculté, Arloing indiquait que cette chaire devait être la première d'une série nouvelle comprenant toutes les Facultés principales du pays.

« Cette mesure, disait-il, particulière à notre ville, mais appelée dans la suite à devenir générale, fait partie d'un programme de réformes dont l'application est déjà commencée. Néanmoins, elle n'a peut-être pas été très bien comprise par toutes les personnes qui s'intéressent à la marche de l'enseignement universitaire. »

Et il poursuivait en s'efforçant de démontrer que « la Physiologie a sa place marquée dans un système complet d'enseignement scientifique dégagé de toute application à une profession déterminée ».

En 1894, aux fêtes universitaires de Lyon, Dastre, associant la Faculté des Sciences de Paris aux hommages rendus à Claude Bernard, disait aussi :

« C'est la raison d'être, la fonction et le rôle

des Facultés des sciences, d'accueillir successivement, parmi les connaissances humaines, celles qui se dégagent en quelque sorte du limon de la pratique et des applications, pour s'élever à la dignité de connaissances générales et prendre les attributs d'une science indépendante et distincte. »

Mon intention n'est pas de suivre ces esprits éminents dans le développement de leur démonstration.

Je demanderai seulement d'apprécier, — et je le fais avec quelque mélancolie, — dans quelle mesure le programme amorcé en 1884 a été poursuivi. Jusqu'à quel point aussi, quarante trois ans plus tard, tous les esprits qui s'intéressent à la marche de l'enseignement universitaire se sont-ils pénétrés du rôle important que doit jouer notre science, à une époque où les sciences naturelles tendent à épuiser les ressources de la seule observation et où botanistes et zoologistes sont obligés de faire sans cesse de plus larges emprunts aux méthodes expérimentales qui relèvent de la physiologie ?

Le rôle et le but de la Physiologie, la place qu'elle doit légitimement occuper, j'ai tenté de le rappeler au cours de ce bref exposé. Mais depuis soixante années, tant de belles pages ont été écrites sur ce sujet, qu'il y aurait de ma part présomption à insister.

Depuis la fin du XVIII^e^ siècle, notre pays a donné à l'Humanité trop d'illustres physiologistes pour que nous désespérions de l'avenir de la Physiologie en France.

Mais il faut retenir, pour les méditer, les paroles par lesquelles Claude Bernard dénonçait le péril qui la guette :

« Pour avancer dans la physiologie comme dans les autres sciences expérimentales, il faut deux choses : le génie, qui ne se donne pas ; les moyens de travail dont on peut disposer. La physiologie française ne réclame que ce qu'il est facile de lui donner ; le génie physiologique ne lui a jamais manqué ».

« Dans l'évolution des sciences, disait-il aussi, l'invention est sans contredit la partie essentielle. Toutefois, les idées nouvelles et les découvertes sont comme des graines : il ne suffit pas de leur donner naissance et de les semer ; il faut encore les nourrir et les développer par la culture scientifique. Sans cela elles meurent, ou bien elles émigrent ; et alors on les voit prospérer et fructifier dans le sol fertile qu'elles ont trouvé loin du pays qui les a vues naître. »

. . . . . .

. . . . . .

ÉLECTRONS LIBRES, ATOMES ET LUMIÈRE

par M^lle^ Suzanne VEIL,

Docteur ès sciences.

Les relations mutuelles de l'électricité, de la matière et de la lumière fixent principalement l'attention des physiciens de l'heure présente. On sait qu'après avoir mis en évidence l'atome de matière, puis l'atome d'électricité négative ou électron, équivalent à $4{,}77.10^{-10}$ u.c.s., on a été amené à étendre ce caractère de discontinuité à l'énergie sous ses différentes formes, en particulier à la lumière.

L'électricité, la matière et la lumière réagissent mutuellement dans un grand nombre de circonstances. Par exemple, l'attaque des atomes par des électrons libres plus ou moins rapides peut donner lieu à un rayonnement lumineux. Inversement, sous l'action d'une lumière appropriée, les atomes sont susceptibles de mettre en liberté des électrons.

Selon les conceptions de Rutherford-Bohr, généralement acceptées aujourd'hui, les atomes eux-mêmes se réduisent ultimement à des entités qui ne sont autres que des charges élémentaires d'électricité des deux signes. Autour d'un noyau pesant, dont la charge résultante est positive, se distribuent sur des orbites périphériques des électrons en nombre suffisant pour assurer la neutralité de l'ensemble.

D'élément à élément, en suivant l'ordre de la classification périodique, il y a variation par unité de la charge du noyau, ou ce qui revient au même, du nombre des électrons périphériques. L'hydrogène possède un électron périphérique, l'hélium deux, et ainsi de suite jusqu'à l'uranium, qui en possède quatre-vingt douze.

La répartition des électrons périphériques commence à être déchiffrée dans les cas les plus simples. L'unique électron périphérique de l'hydrogène gravite normalement sur une orbite circulaire. Les deux électrons périphériques de l'hélium, dont on présume les trajectoires dans des plans différents et qui constituent le couple K, appartiennent aussi à tous les éléments suivants de la classification, mais en se rapprochant de plus en plus du noyau à

mesure que les électrons périphériques qui les encadrent deviennent de plus en plus nombreux. Au-delà du niveau K, se trouvent d'autres niveaux électroniques, désignés respectivement dans leur ordre de succession par les lettres L, M, N, O, etc., chacun d'entre eux pouvant être l'ensemble d'un certain nombre de sous-niveaux.

Une excitation convenable, bombardement électronique ou irradiation, peut dépouiller l'atome d'un de ses électrons périphériques. Un électron étranger vient combler la place vide, et au cours de la réorganisation de l'atome, il y a émission d'un rayonnement dont la fréquence maxima est d'autant plus élevée que le niveau d'arrivée finale de l'électron est plus proche du noyau. Lorsqu'il parvient au repos dans le niveau électronique externe de l'atome, c'est de la lumière qui se produit. Lorsqu'il parvient au repos dans l'un des autres niveaux, il y a émission de rayons X.

Dans son état normal, un atome ne rayonne pas ; il n'acquiert cette propriété que s'il reçoit d'un agent extérieur une quantité d'énergie atteignant un quantum minimum ; il y a alors changement de niveau pour un des électrons périphériques. Seule une telle transition engendre la radiation, laquelle ne peut provenir d'aucun déplacement sur une même orbite. La fréquence ν de la radiation émise et l'énergie V mise en jeu dans la transition sont liées par la relation de Planck-Einstein, dite des quanta

$$V e = \frac{1}{2} m v^2 = h \nu,$$

e étant la charge de l'électron, m sa masse, v sa vitesse, et h la constante de Planck, égale à $6{,}55.10^{-27}$. Le quantum $h\nu$, multiple de la fréquence, joue le rôle d'atome de lumière.

*
* *

Plaçons-nous d'abord dans le cas d'atomes gazeux, et supposons qu'à proximité d'un électron périphérique de l'un de ces atomes, vienne à passer un électron libre. Entre ces deux charges de même signe, il y a répulsion. L'électron libre dévie, et si sa vitesse d'attaque a été suffisante, l'autre électron se détache de l'atome, lequel subsiste à l'état d'ion, c'est-à-dire doué d'une charge positive.

Considérons, pour fixer les idées, le gaz compris dans le champ électrique de deux plaques parallèles reliées respectivement aux deux pôles d'une même batterie. Soumettons ce gaz à un bombardement d'électrons qui seront, par exemple, les particules béta d'une substance radioactive.

Dans ces conditions, certains des atomes gazeux s'ionisent par perte d'électrons périphériques, et dans le champ coexistent simultanément des électrons libres et des ions. Les électrons sont attirés par la plaque positive, les ions par la plaque négative, et il circule à travers le gaz l'équivalent d'un courant d'électricité, un « courant d'ionisation ».

Tant que le voltage reste petit, le courant d'ionisation lui est proportionnel. Mais, à partir d'une certaine valeur du voltage, le courant d'ionisation cesse de croître, car le nombre des ions rejoignant en un temps donné la plaque négative est limité par le nombre de ceux qui se forment dans le même temps. Pour que le courant d'ionisation franchisse cette limite, il faut surélever le voltage, jusqu'à ce que les ions formés deviennent assez rapides pour agir à leur tour comme ionisateurs. Le voltage continuant encore à croître, il peut advenir que la croissance du courant d'ionisation marque un second arrêt, lorsque les électrons de bombardement acquièrent assez de force vive pour arracher un second électron aux atomes déjà ionisés.

La première discontinuité correspond à la chute de potentiel minima sous laquelle doit tomber l'électron de bombardement pour chasser l'électron périphérique. Ce seuil est ce que l'on appelle le « potentiel d'ionisation » du milieu gazeux. Le début du second palier correspond à un second potentiel d'ionisation, d'une valeur notablement plus élevée.

Considérons maintenant, au contraire, le cas où l'électron de bombardement tombe sous un voltage inférieur au premier potentiel d'ionisation. S'il choque alors l'électron périphérique trop faiblement pour le chasser, il peut néanmoins lui communiquer assez d'énergie pour le déplacer au sein même de l'atome. L'électron périphérique émigre, en s'éloignant du noyau, vers un niveau que Bohr appelle un « état stationnaire ». Les voltages correspondants sont dénommés « potentiels de résonance » ou encore « potentiels d'excitation ».

Dans l'état stationnaire auquel il est parvenu, l'électron déplacé est temporairement stable. Lorsqu'il regagne son orbite primitive, il y a émission d'une radiation dont la fréquence est déterminée par la relation des quanta. Ces radiations caractéristiques ou « radiations de résonance » qu'un atome est susceptible d'émettre, ne sont fonctions que de sa propre structure, sans dépendre en rien du mode d'excitation : ce sont ses fréquences naturelles.

Supposons, pour simplifier, qu'il s'agisse de l'atome le moins compliqué, celui de l'hydrogène, dont l'unique électron périphérique est susceptible d'occuper différents niveaux de stabilité temporaire.

Dans sa position normale, l'électron gravite sur le cercle qui constitue le niveau K. Selon la violence du choc qu'il reçoit, il peut, soit fuir définitivement, soit seulement changer d'orbite, en sautant à l'un ou à l'autre des états station-

naires de Bohr. Si, par la suite, c'est le niveau K qu'il regagne, il y a émission d'une raie de la série spectrale de Lyman. Lorsqu'il ne réintègre que l'avant-dernier niveau, état stationnaire à deux quanta, il y a émission d'une raie de la série de Balmer. La différence des énergies qui se rapportent à divers états stationnaires est toujours un multiple entier du quantum.

Lorsque sous l'influence d'une excitation convenable les atomes d'un gaz ont pris en grand nombre des configurations transitoires, dans lesquelles ils sont enclins à perdre des électrons, le gaz peut s'ioniser sous un bombardement électronique dont l'énergie n'atteint pas celle qui correspond à l'ionisation normale.

C'est à cette « ionisation cumulative » qu'on doit de pouvoir, dans un gaz, maintenir l'arc électrique sous un voltage inférieur au véritable potentiel d'ionisation. Par exemple, dans la vapeur de mercure, dont le potentiel d'ionisation est voisin de 10 volts, des électrons de 5 volts seulement suffisent pour entretenir l'arc. Un cas plus frappant encore est celui de l'hélium, dont le potentiel d'ionisation est voisin de 25 volts, et dans lequel l'arc s'entretient avec des électrons de 4 volts.

Les spectres que nous observons sont, eux aussi, le résultat d'effets cumulatifs, sans qu'aucun atome, pris séparément, ne donne toutes ses raies à un moment donné. Le spectre complet, somme des contributions individuelles, ne s'obtient que lorsque les atomes d'un même élément rayonnent en grand nombre.

Lorsqu'on communique aux électrons libres de très grandes vitesses, en les accélérant par de hautes tensions, il se produit, non plus de la lumière, mais un rayonnement X, ainsi qu'il est réalisable dans les tubes à vide. Les électrons de bombardement ne sont autres alors que les particules cathodiques qui, en raison de leur force vive élevée, peuvent attaquer les niveaux périphériques profonds des atomes.

Les raies des spectres X sont excitables par bombardement électronique exactement comme les raies des spectres lumineux ordinaires. Mais elles sont le résultat d'une collision plus violente, mettant en jeu d'autant plus d'énergie que le niveau attaqué est plus interne. En particulier, ce sont les électrons du niveau K dont l'extraction est la plus difficile.

Nous en prendrons pour exemple le cas du plomb. Pour exciter la radiation K du métal, il faut une chute de 86.400 volts. Pour le niveau L, il faut déjà beaucoup moins d'énergie, à savoir 13.000 volts pour la raie L_1, 15.200 pour la raie L_2, et 15.800 pour la raie L_3. Pour les raies du niveau M, moins profond encore, il suffit de tensions de l'ordre de 2.500 volts.

***

Des phénomènes, de même nature que ceux que nous venons de décrire, se manifestent encore lorsque l'édifice atomique se trouve soumis, non plus à un bombardement électronique, mais à un rayonnement. Selon la quantité d'énergie mise en jeu, il y a encore éventualité, soit d'expulsion, soit de changement de niveau pour un des électrons périphériques.

Lorsque, sous une excitation ou sous une autre, l'atome s'ionise, c'est-à-dire perd définitivement un électron, il se réorganise ensuite en émettant plusieurs de ses radiations de résonance.

Lorsqu'il absorbe une de ses radiations de résonance, sa réorganisation provoque la réémission de cette même radiation, c'est-à-dire que, dans ces conditions, il y a émission d'une lumière qui est précisément de la fréquence de la lumière absorbée.

Lorsqu'au sein d'un même gaz, la radiation d'un atome rencontre un autre atome, ce second atome, en se réorganisant après avoir subi l'irradiation, émet à son tour cette même radiation de résonance. La suite des événements continuant à se répéter, l'énergie, fournie par le déplacement original au sein du premier atome émetteur, se transmet successivement d'atome à atome.

Ce n'est pas seulement à l'état gazeux que la matière réagit sous l'action d'un bombardement électronique ou d'une irradiation.

Par exemple, dans les tubes à vide, l'anticathode, en même temps qu'elle est le siège d'une émission de rayons X, s'échauffe sous l'impact cathodique et peut devenir incandescente. On sait encore que les rayons cathodiques provoquent la phosphorescence de certaines substances, diamant, terres rares, etc.

Si un rayonnement peut ainsi résulter d'un bombardement électronique, inversement une irradiation peut donner lieu à une émission d'électrons. Ce dernier phénomène, désigné communément sous le nom d'effet photoélectrique, a été découvert par Lenard.

On obtient, par exemple, un effet photoélectrique, en exposant une plaque de zinc aux rayons ultra-violets ou aux rayons X. La plaque perd des électrons, ce qui lui fait acquérir une charge positive facilement décelable à l'électroscope.

La vitesse d'émission des photoélectrons ne dépend que de la fréquence de la radiation excitatrice, et leur nombre ne dépend que de l'intensité de la source.

La cellule photoélectrique, imaginée par Lenard, est une ampoule de verre, épuisée, dont la paroi interne est recouverte de potassium sur une de ses moitiés. Le potassium est relié par l'intermédiaire de la feuille d'un électroscope au pôle négatif d'une batterie, le pôle positif étant relié à un anneau métallique suspendu au cen-

tre de l'ampoule. Lorsqu'on éclaire le potassium, il émet des électrons qui se recueillent sur l'anneau et l'électroscope se décharge momentanément.

L'appareil, qui démontre sans ambiguité la transformation d'énergie ondulatoire en énergie corpusculaire, réalise encore le principe d'une transmission de signaux à distance. Et de fait, nous le rappelons en passant, la cellule photoélectrique constitue un des organes essentiels des dispositifs actuels de télévision.

Le mécanisme quantique, dont il a été question plus haut, régit aussi l'émission photo-électrique. Mais, dans ce cas, l'équation de transformation n'est plus aussi simple, car si l'électron est issu d'une certaine profondeur de l'atome, son extraction seule exige une dépense d'énergie. La relation, qui comporte un terme supplémentaire, s'écrit alors

$$Ve = \frac{1}{2} mv^2 = h\nu - p$$

p étant l'énergie correspondant à l'extraction et les autres notations restant les mêmes que ci-dessus. L'énergie du photo-électron est donc inférieure, de l'énergie d'extraction, à l'énergie du quantum lumineux excitateur.

Plus les électrons sont d'origine profonde, plus leur extraction réclame d'énergie, et par conséquent moins grande est leur vitesse de rejet. Ce seront donc les électrons K qui seront chassés avec l'énergie moindre. Les électrons L seront plus rapides, les électrons M plus encore, etc. D'une façon générale, pour une excitation donnée, les photoélectrons seront d'autant plus rapides qu'ils proviendront d'un niveau plus superficiel.

Les forces vives des photoélectrons sont accessibles à l'observation, d'où le moyen indirect de scruter la structure intime de l'atome, à partir de cette donnée, par la détermination des niveaux périphériques. Selon un procédé classique, on détermine la vitesse des électrons en leur opposant des forces de grandeur connue, et qu'on demande au champ électrique ou au champ magnétique. En général, surtout dans le cas des électrons rapides, où il faudrait des champs électriques de centaines de milliers de volts, on s'adresse plutôt aux champs magnétiques.

Dans un champ magnétique H, l'électron de masse m, de charge e et de vitesse v, décrit un cercle de rayon ρ, tel que

$$H\rho = \frac{mv}{e}\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

c étant la vitesse de la lumière.

En disposant convenablement, dans le champ magnétique, une plaque photographique sur le trajet des électrons, on obtient un spectre magnétique sur lequel on mesure ρ. On en déduit v, toutes les autres quantités étant connues.

Une extension curieuse de ces recherches a été faite en radioactivité. Les substances radioactives émettent en effet, et toujours simultanément, des particules béta qui sont des électrons, et un rayonnement gamma, assimilable à un rayonnement X de très haute fréquence. On peut, avec Ellis, considérer les particules béta comme les photoélectrons naturels des rayons gamma. Il faut remarquer, en outre, qu'ici les transformations d'énergie sont spontanées et ne concernent plus les régions périphériques de l'atome, mais le noyau lui- même.

Dans une telle désintégration radioactive, il y a pour la radiation gamma deux alternatives, soit d'une part l'émission pure et simple, soit, d'autre part, une conversion d'énergie à l'intérieur même de l'atome, avec génération d'un photoélectron naturel ou particule béta. On constate qu'en plaçant le pinceau béta dans un champ magnétique, on le résout en un spectre composé d'un certain nombre de pinceaux séparés. Ce résultat amène à conclure que les photo-électrons naturels n'étant pas tous de même énergie, il y aurait, à l'intérieur du noyau, des niveaux analogues aux niveaux périphériques. Ellis et Skinner ont ainsi déterminé les niveaux d'énergie du radium B et du radium C.

***

La découverte des transformations mutuelles des énergies ondulatoire et corpusculaire a marqué dans l'histoire de nos conceptions physiques une date importante, en nous imposant d'abandonner les théories jusqu'alors en cours, pour envisager une structure granulaire de l'énergie, déjà soupçonnée par Planck à propos du rayonnemment calorifique.

Pas plus que l'émission électronique, l'émission de l'énergie ondulatoire ne se ferait de manière continue. Elle aurait lieu par grains individuels ou quanta $h\nu$, multiples de la fréquence, le facteur de proportionnalité h étant une constante universelle. La réciprocité des deux formes d'énergie, dont l'une résulte de la réaction de l'autre sur la matière, ressort clairement des phénomènes.

Cette réciprocité permet, le cas échéant, de ne pas faire de distinction entre les deux formes. Par exemple, il est fréquent qu'on définisse un rayonnement par l'excitation qu'il devrait à un bombardement électronique, sans rien préjuger en réalité de son excitation véritable. On dira que la lumière jaune, dont la longueur d'onde est $5{,}9.10^{-5}$ cm., équivaut à des électrons de 2,07 volts, que des électrons de 10.000 volts correspondent à des rayons X mous, et que des électrons de 100.000 volts correspondent à des rayons X durs. Les rayons gamma, engendrés spontanément au sein des noyaux radioactifs à la faveur de leur désintégration, se rapporte-

raient à des excitations d'une énergie beaucoup plus considérable, de l'ordre du million de volts. Des énergies plus formidables encore, de l'ordre de plusieurs centaines de millions de volts, seraient caractéristiques des rayons de haute fréquence, que Millikan a découverts en leur attribuant une origine cosmique, tandis que C. T. R. Wilson les impute à des orages constamment en progression dans l'atmosphère terrestre.

L'équation fondamentale de transformation, qui est à la base des conceptions quantiques et les résume, fait intervenir des grandeurs mesurables. Aussi a-t-elle été soumise, sous l'une et l'autre de ses deux formes, au contrôle direct de l'expérience.

Millikan a démontré son exactitude à 1/2 o/o près, en irradiant, dans le vide, divers métaux, par des rayonnements monochromatiques de fréquence connue, et en soumettant les photoélectrons produits à l'analyse magnétique, recherches qui n'ont pas demandé moins d'une dizaine d'années.

D'autres expérimentateurs, Duane et ses collaborateurs, Webster, M. de Broglie, Ellis, etc., ont encore vérifié la loi, soit en déterminant l'énergie du bombardement électronique qui correspond au seuil d'une excitation de rayons X, soit en étudiant le rayonnement d'une anticathode bombardée par des électrons d'énergie cinétique connue.

Ces expériences, et quantités d'autres qu'il serait trop long de décrire ici, ont permis de mesurer la constante h, avec un grand degré d'exactitude.

Lorsque Compton a découvert, ces dernières années, le changement de fréquence qu'entraîne la diffusion des rayons X, la conception granulaire de l'énergie a trouvé un argument nouveau. Tandis que cet effet est inexplicable sur les bases classiques, Compton l'interprète en considérant que, lors de la rencontre d'un quantum lumineux et d'un électron libre, le rayonnement X perd une partie de son énergie, les lois de la conservation de l'énergie et du moment de la quantité de mouvement continuant à être valables.

Cependant, si la théorie quantique fournit une explication plausible dans beaucoup de cas où les anciennes manières de voir échouent, son application est loin d'être générale, car à son tour, elle demeure impuissante devant toute une série de phénomènes : interférences, polarisation de la lumière, etc., pour lesquels l'autre point de vue s'est montré, depuis Huyghens et Fresnel, si judicieux et si fécond. Chacune des deux théories prévoit un certain ordre de faits, pour lequels elle est pleinement satisfaisante. Mais, jusqu'à présent, les domaines respectifs restent bien distincts, en ce sens qu'il n'existe guère de fait expérimental pouvant se justifier à volonté par chacune des deux interprétations.

Cette double incompatibilité pose à la sagacité des esprits modernes une énigme des plus mystérieuses. Récemment, Schrödinger est parvenu à expliquer, par la théorie des quanta, le principe de Doppler. Cet auteur et d'autres théoriciens, parmi lesquels, en France, L. de Broglie et L. Brillouin, s'efforcent pour le moment d'étendre la portée des raisonnements quantiques et de lever les contradictions, en élaborant une « mécanique ondulatoire », qui régirait l'ensemble des phénomènes observés.

Il serait donc très prématuré de prétendre décider, dès maintenant, de la nature du rayonnement, qu'on est contraint de considérer sous des aspects si divers dans les unes et les autres parties de l'optique. On ne peut, au cours de la recherche, que se borner à préférer, selon les opportunités, les images qui semblent les plus légitimes et les plus suggestives. En partant de cette considération, il faut reconnaître, sans conteste, la valeur de l'hypothèse des quanta comme outil de travail, et l'intérêt puissant des champs d'investigation qu'elle a ouverts.

LES MASQUES RESPIRATOIRES DANS LES INDUSTRIES CHIMIQUES

par M. Am. MATAGRIN

Une récente affaire d'espionnage rappelait à la mémoire du grand public français les *masques à gaz*, qui naguère protégeaient nos soldats contre la cornue allemande braquée sur leurs tranchées. On n'a pas ignoré, certes, les précieux services rendus par ces appareils de protection, dans une guerre où la chimie fut la sixième arme, et peut-être la pire. Pourtant, on connaît si mal les usages pacifiques de ces bâillons, muselières ou cagoules à l'esthétique si discutable, qu'un magazine féminin s'extasiait naguère sur l'ingéniosité d'un ex-poilu, affublant de son masque une cuisinière aux yeux délicats pour lui permettre de peler des oignons sans larmoyer !

La France d'avant-guerre, il est vrai, était encore plus mal renseignée, en dehors du cercle restreint des hygiénistes, sur ces moyens de protéger les voies respiratoires, et par suite la muqueuse pulmonaire et le sang même, contre

l'effet pénible ou fatal d'une atmosphère nocive. Ce fut une révélation pour la presse quotidienne et la majorité du public, quand la douloureuse catastrophe de Courrières, en 1906, amena dans le Nord les équipes de sauvetage des mines rhénanes : autant qu'on s'émut à la douloureuse odyssée d'une dizaine de « rescapés », autant on admira l'outillage pesant, mais perfectionné, qui permettait aux équipes allemandes de faire œuvre utile dans un milieu envahi par des émanations délétères.

Aujourd'hui, c'est sur le progrès réalisé dans la construction de ces appareils, sur le rôle par eux joué dans la prophylaxie des maladies industrielles, qu'il semble utile d'apporter quelques précisions.

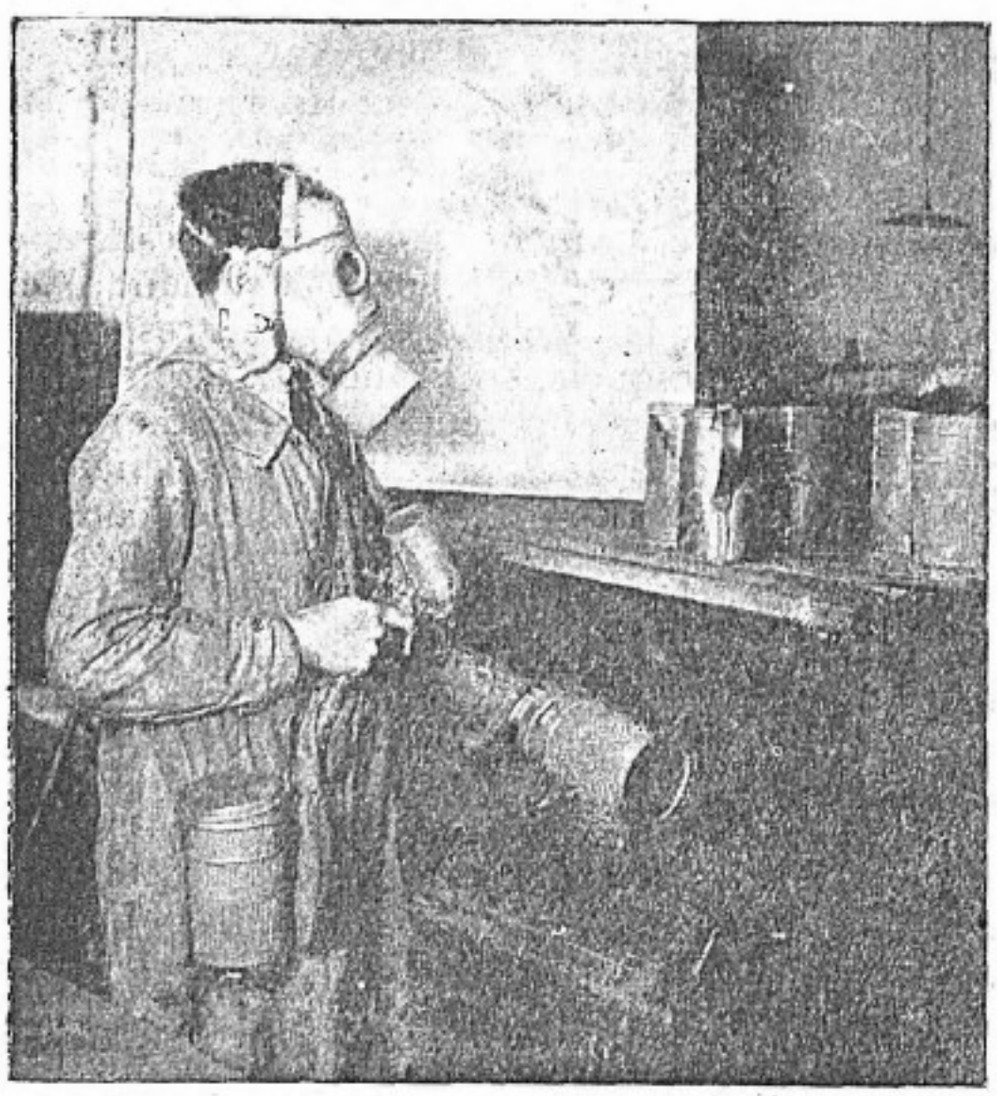


Fig. 5. — *Masque respiratoire S.E.C.M.P., avec cartouche et manchon-filtre, contre les dangers chimiques.*

L'ouvrier, qui peint à l'aérographe, est parfaitement protégé à l'égard des poussières ou vapeurs irritantes ou toxiques, que les colorants ou solvants répandent dans l'atmosphère de travail.

Si bien étudiées que soient la ventilation-aspiration, la précipitation des fumées, la condensation des buées ou la récupération des volatils (solvants ou autres), dans les ateliers chimiques et para-chimiques, l'atmosphère y reste souvent assez suspecte pour imposer en outre des précautions d'ordre individuel.

Les alchimistes, si l'on en juge par quelques vieilles xylographies, avaient déjà reconnu la nécessité de se protéger contre les explosions de cornues, les projections de matières brûlantes ou corrosives et les retours de flammes, au moyen de boucliers et de casques à peine moins encombrants que les pièces d'armure des guerriers contemporains. Du moins les précautions de cet ordre furent-elles assez usuelles dans les laboratoires, dès que naquit, vers la fin du XVII^e^ siècle, la véritable chimie scientifique. Les deux masques de Lavoisier (qui manqua sauter, et

Fig. 6. — *Appareils et masques protecteurs contre les émanations chimiques* (1).

1. Appareil de protection individuelle « Draeger-Tubben » (type pectoral). — 2. Appareil producteur d'oxygène Draeger (vu de face et dos). — 3. Le « Draegerogen », chargé de « proxylit », pour deux heures de travail. — 4. Les masques de Lavoisier. — 5. Le masque à cagoule Robert, avec viseur en mica. — 6. Respirateur de l'armée anglaise devant Ypres (tampon d'ouate, enveloppé de gaze). — 7. Masque Detourbe, avec double attache élastique. — 8. Détail de construction du masque Detourbe. — 9. Quelques masques des troupes françaises : masque T.N. à lunettes. — 10. Appareil A.R.S. à tambour filtrant. — 11. Masque M^e^ avec viseur unique. — 12. Respirateur employé dans les usines américaines. — 13-14. Types de masques industriels allemands d'après-guerre. — 15. Respirateur allemand « Lungenheil ».

(1) Extrait de : MATAGRIN, L'industrie des produits chimiques et ses travailleurs ; Doin, Paris, 1925.

Berthollet aussi, avec la poudrerie d'Essonnes, en 1788), figuraient à l'Exposition rétrospective de Paris, en 1900 : tous deux sont à oculaires vitrés ; mais l'un n'est qu'une simple plaque de cuir repliée selon l'arête du nez, l'autre un masque en métal conformé, protégeant tout le visage.

Or cet ancêtre des masques chimiques ne visait qu'à la protection contre l'accident, le seul péril que pendant longtemps on ait remarqué dans le travil chimique ; ne s'adaptant pas hermétiquement à la tête, il ne pouvait rien contre les maladies professionnelles, et il était même percé de trous à la hauteur de la bouche et du nez, pour faciliter la respiration de l'air ambiant, si vicié fût-il. Le premier masque filtrant fut imaginé par Gosse, de Genève, en vue de protéger les chapeliers « secréteurs » contre la drogue mercurielle (le « secret ») qu'ils manipulent : c'était d'ailleurs une simple éponge, d'efficacité limitée et de nettoyage trop difficile.

Dans les ateliers ou laboratoires de maintes branches professionnelles (le produit chimique n'est-il pas employé dans la frigorification comme dans la peinture, dans la fabrication des pneumatiques comme dans la préparation des fourrures ?), ouvriers et chimistes sont pourtant menacés par l'un ou l'autre des fléaux industriels : saturnisme, hydrargyrisme, arsénicisme, sulfhydrisme, chlorhydrisme, benzénisme, asphyxie par l'anhydride carbonique, suffocation par les halogènes ou le gaz sulfureux, empoisonnement insidieux par l'aniline ou autres intermédiaires et produits organiques, intoxications rapides et mortelles par l'oxyde de carbone, le cyanogène, les vapeurs d'ammoniaque ou autres dérivés de l'azote, etc. Dans tous ces milieux insalubres, il est indispensable que le personnel soit muni, à tous les postes dangereux, d'un dispositif étanche lui assurant, pour une certaine durée de travail, une fourniture normale d'air respirable.

***

Les moyens de protection permettant un séjour plus ou moins prolongé dans une atmosphère impropre à la respiration sont d'une assez grande variété, et peuvent se classer ainsi :

I. — APPAREILS RELIÉS A UNE SOURCE EXTÉRIEURE D'ADDUCTION D'AIR (dispositif utilisable surtout pour scaphandriers ou sauveteurs pénétrant dans un espace restreint, pour action peu mouvementée ; car, si la durée de travail n'est limitée que par la puissance du pompage d'air, possibilités et commodités de déplacement sont très réduites par le poids et l'encombrement des tuyaux). Cette catégorie ne comporte que deux sous-sections :

1° *Appareils à insufflation manuelle* ;

2° *Appareils à insufflation mécanique.*

II. — APPAREILS INDÉPENDANTS DE TOUTE FOURNITURE D'AIR EXTÉRIEURE (système beaucoup plus intéressant, puisqu'il n'exige ni main-d'œuvre supplémentaire, ni dépense d'énergie, si minime soit-elle, tout en laissant au porteur une liberté d'action très appréciable ; mais il faut que l'appareil reste portatif et de prix admissible, en garantissant pourtant une efficacité parfaite et de durée assez prolongée. A ce problème complexe cherchent à répondre trois ordres de solutions) :

1° *Appareils à provision d'oxygène comprimé en tubes d'acier : a*) Modèles à injection par détente contrôlée du gaz comprimé (respiration aussi facile qu'à l'air libre) ;

b) Modèles sans injecteur, à circulation de l'air oxygéné par simple effet de l'inspiration et de l'expiration (ce qui réclame un exercice préalable).

2° *Appareils à production d'air respirable :*

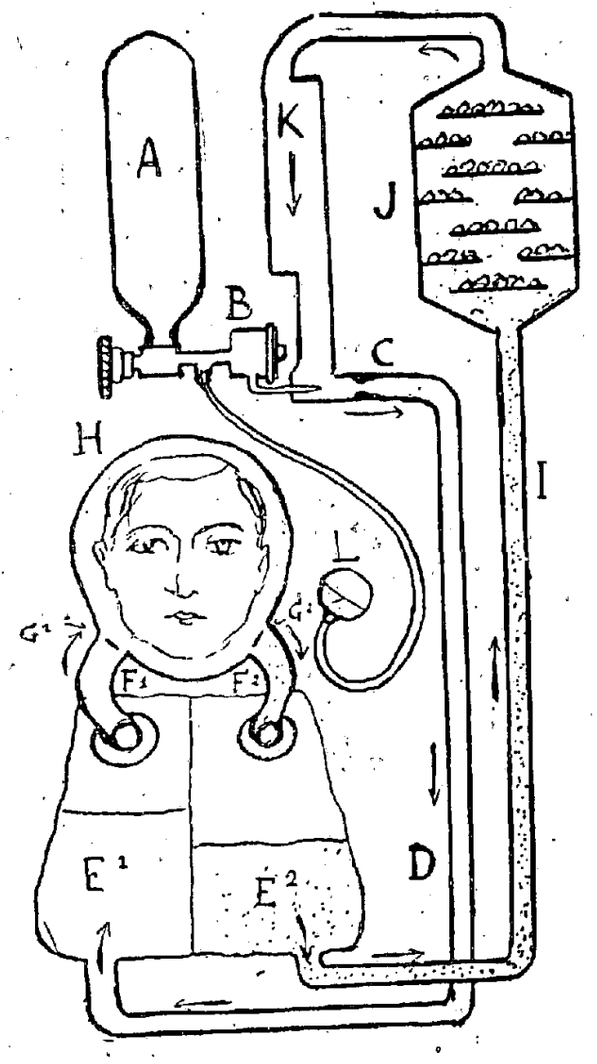


Fig. 7. — *Appareil producteur d'oxygène Draeger pour deux heures de protection.* (Schéma du fonctionnement).

A. Cylindre à oxygène débitant 120 litres par heure. — B. Détenteur régularisant le débit. — C. Injecteur — D. Tuyau adducteur d'air purifié et oxygéné. — E^1. Sac d'inspiration — E^2 Sac d'expiration. — F^1, F^2 et G^1, G^2. Tuyaux et soupapes d'inspiration et d'expiration, — H. Casque adapté hermétiquement à la tête au moyen d'une poche pneumatique. — I. Tuyau conduisant l'air expiré au régénérateur. — J. Régénérateur à cartouches de potasse. — K. Refroidisseur. — L. Manomètre indicateur.

L'air expiré va se purifier sur la potasse du régénérateur, passe dans le refroidisseur reçoit l'oxygène à débit constant par l'intermédiaire du régulateur détendeur, et, entraîné par un injecteur genre tube Venturi, se rend au sac d'inspiration et de là au casque; la pression indiquée au manomètre renseigne sur l'oxygène encore disponible; le sac se porte sur la poitrine; la bouteille et ses accessoires, le régénérateur et le refroidisseur sont sur le dos du porteur.

a) Dispositifs à vaporisation d'air liquide (sous l'effet encore de l'appel pulmonaire, mais avec moindre effort) ;

b) Dispositifs à production chimique d'oxygène (tels que le système français Jaubert à réaction de la vapeur d'eau sur les peroxydes alcalins et appel du poumon).

3° *Appareils purifiant l'air vicié par neutrali-*

sation et adsorption des impuretés (communément appelés « masques à gaz ») :

a) Modèles à simple filtre neutralisant, avec ou sans adsorption complémentaire ;

b) Modèles à filtre neutralisant-adsorbant, munis de soupapes et d'autres dispositifs de sécurité commodément démontables, vérifiables et remplaçables.

Même abstraction faite du vêtement ou casque hermétique, dans lequel une pompe extérieure refoule de l'air pur, les appareils de sauvetage dont l'Allemagne s'était fait une spécialité avant guerre ne répondaient pas aux exi-

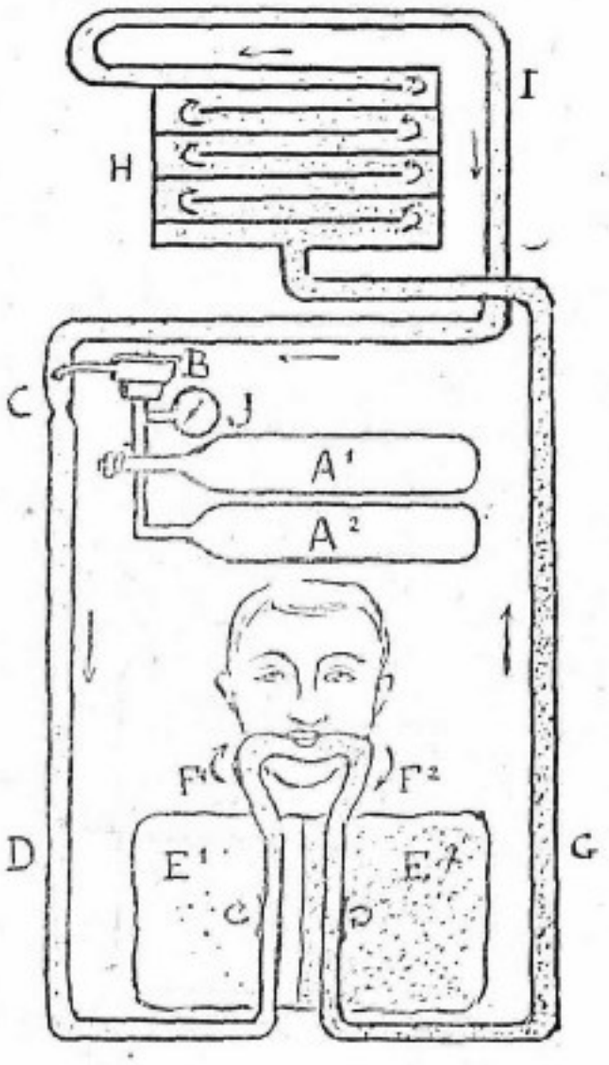


Fig. 8. — *Appareil distributeur d'oxygène Wesphalia pour deux heures de protection.* (Schéma du fonctionnement).

A¹ et A². Cylindres à oxygène comprimé. — B. Détendeur. — C. Injecteur. — D. Tuyau adducteur d'air purifié et oxygéné. — E¹, E² et F¹, F². Sacs et tuyaux d'inspiration et d'expiration. — G. Tuyau conduisant l'air expiré au régénérateur — H. Régénérateur empli de cendres sodiques ou potassique. — I. Tuyau de retour et refroidissement de l'air à teneur en acide carbonique déjà réduite. — J. Manomètre.

Cet appareil (poids : 17 kg. 500) ne comporte ni refroidisseur, ni soupapes; de même qu'il existe un appareil Draeger à pièce buccale sans casque, l'appareil Westphalia se construit aussi avec casque, et pèse alors 18 kg. 800.

variable, quelle que fût la pression, fournissait bien à l'heure 120 litres d'oxygène donnant, avec 70 litres d'acide carbonique, un mélange respirable, ou purifiant 3.000 litres d'air vicié ; mais, avec tous ses accessoires, casque ou pièce buccale, tubes souples renforcés, sac imperméable, bouteilles d'acier, régénérateur à cartouches de potasse, manomètre, etc., il pesait de 15 à 20 kilos ! Très analogue de construction, mais sans soupapes d'aspiration ou expiration, et muni d'un régénérateur en chicane empli de cendres alcalines, l'appareil Westphalia, perfectionnement du type Shamrock, pesait aussi de

Fig. 9. — *Appareil respiratoire Fenzy, adopté par le Service des Mines.*
(Le sauveteur regarde sur le manomètre pendant combien de minutes l'appareil peut encore fonctionner).

gences du travail industriel. Ses deux types classiques de la période 1906-1914, qui appartenaient à la catégorie des appareils distributeurs d'oxygène et présentaient déjà d'importantes améliorations par rapport aux constructions antérieures, restaient reprochables pour le poids, l'encombrement, la durée de protection trop limitée, quand il s'agissait d'un travail manufacturier. L'appareil Draeger, pour travail de une ou deux heures, avec simple ou double cartouche donnant le gaz respirable et régulateur-détenteur Guglielminetti, assurant un débit in-

14 à 19 kilos et davantage, selon qu'il était établi pour une ou deux heures de service et à respiration buccale ou par casque. Les types allemands d'après-guerre, appareils à air liquide ou à production de gaz pur, comme le « Draegerogen », pèsent encore de 4 à 10 kilos, ne permettent qu'un travail momentané et relèvent plutôt du matériel de secours que de l'équipement industriel.

En France, l'appareil des professeurs Desgrez et Balthazard, qui utilisait la décomposition du bioxyde de sodium sous l'effet d'un écoulement

d'eau réglé par mouvement d'horlogerie, n'était pas sans inconvénients sérieux pour un usage courant. Le Service des Mines a maintenant adopté, pour les opérations de sauvetage, un type récent et très satisfaisant, l'appareil respiratoire Fenzy, qui distribue l'oxygène automatiquement sous l'effet de la respiration et dans la mesure susceptible de remplacer exactement la perte du gaz consommé par les poumons. C'est une caisse métallique, portée sur le dos par deux bretelles et reliée par tubes souples à une embouchure en caoutchouc se plaçant entre dents et lèvres, tandis qu'une pince ferme les narines. La caisse dorsale contient : une bouteille en acier emplie d'oxygène comprimé à 150 kgr. ; un détenteur à soupape de débit, reliée à un sac respiratoire à soufflets, qui commande les soupapes de débit et de purge, enfin les tubes d'inspiration et expiration, en laiton, avec clapets, aboutissant aux tubes souples en accordéon qui rejoignent l'embouchure. Un manomètre de pression, logé dans une gaine en cuir fixée à la bretelle de gauche, et relié par tube flexible à la canalisation à haute pression de la bouteille d'oxygène, donne, par lecture directe de sa graduation en minutes, la durée de fonctionnement encore assurée. Un avertisseur dont le mouvement d'horlogerie fait sonner un timbre à chaque quart-d'heure pour inviter le porteur à consulter le manomètre et à évacuer par un clapet spécial la salive qui s'accumule dans le réservoir de la pièce buccale, puis un pince-narines à crémaillère, enfin une paire de lunettes contre la fumée, complètent ce matériel. L'appareil Fenzy, qui pèse 11 kilos et assure au minimum trois heures de travail actif ou jusqu'à sept heures de séjour au repos en atmosphère irrespirable, apparaît nettement supérieur à toutes autres constructions de même principe. Très précieux pour l'usage auquel il est affecté dans les mines, ce n'est pourtant pas encore l'appareil léger, nullement encombrant, facile à revêtir et quitter, que réclame aussi bien, à l'égard du danger chimique, la pratique industrielle que la tactique guerrière.

*
* *

Dès que la surprise des tranchées d'Ypres inaugura la guerre des gaz, on envisagea des deux côtés du front la nécessité de recourir à un matériel de protection moins coûteux, plus portatif et garantissant une sécurité moins momentanée. Les « masques à gaz », c'est-à-dire les appareils à filtration et neutralisation, étaient connus du moins des hygiénistes, qui avaient étudié, au cours du XIX[e] siècle, pour quelques spécialités industrielles particulièrement insalubres, des filtres à air en fibres textiles ou en gaze métallique, et même des appareils à double grillage où la chambre à air prévenait l'échauffement progressif, ainsi que d'autres à deux compartiments pour séparer l'air purifié de l'air expiré. Pourtant, dans le désarroi des premières attaques chimiques, les armées françaises, anglaises et belges utilisèrent des mouchoirs humides, des plaques de flanelle ou d'étoffe pelucheuse, des bandes de coton cardé enveloppées de mousseline : et même la muselière Detourbe à double attache élastique ou la cagoule Robert à visière en mica, toutes deux munies d'un tampon d'ouate filtrant, eussent à peine marqué un progrès sur l'éponge de Gosse, le précurseur, si dès lors on n'eût songé à imprégner les filtres d'une substance neutralisante.

L'Allemagne, qui avait prévu en quelque

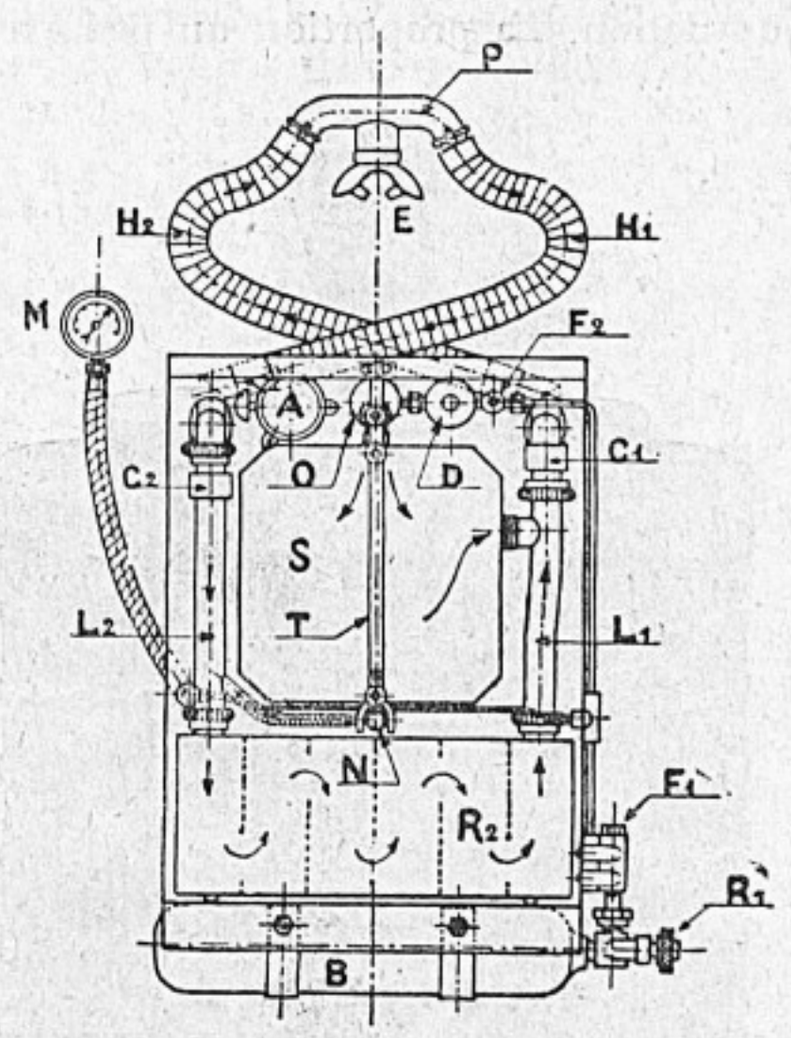


Fig. 10. — *Appareils respiratoire Fenzy* (Schéma du fonctionnement).

(B, bouteille d'oxygène. — R^1, robinet. — F^1, F^2, filtres. — D, détendeur. — O, soupape de débit. — N, soupape de purge. — T, tige de commande des soupapes. — S, sac respiratoires à soufflets. — R^2, régénérateur. — L^1, L^2, tubes d'inspiration et d'expiration. — C^1, C^2, clapets de ces tubes. — H^1, H^2, tubes souples en accordéon. — P, appareil buccal. — E, embouchure en caoutchouc. — M. manomètre de pression)

mesure les nécessités d'équipement et les palliatifs chimiques qu'imposerait, même à ses troupes, sa cruelle innovation, bénéficiait d'une avance technique, que pourtant les Alliés ne tardèrent pas à rattraper. En France, l'Académie de Médecine préconisa bientôt, pour la neutralisation, une solution d'hyposulfite et de carbonate de soude, avec un peu de glycérine comme fixateur et adjuvant à la résistance filtrante ; et, tandis que la chimie germanique multipliait, selon sa coutume, les formules secrètes visant spécialement les produits sulfurés, phosphorés, benzénés, produits nitreux, chlorés ou bromés, acide prussique, etc., les armées

anglaises et américaines adoptaient de préférence, comme absorbant-neutralisant, un mélange de charbon de bois et de chaux sodée qui leur donnait toute satisfaction.

Dans cette voie, la recherche aboutit à des résultats d'un vif intérêt pour les industries chimiques. La composition du granulé alcalin (chaux hydratée 45 o/o, ciment 14 o/o, kieselguhr pulvérisé 6 o/o, hydrate de sodium 1 o/o, eau 33 o/o et, après évaporation, 3 o/o de permanganate de soude), procurait déjà par son dosage très étudié un type remarquable de matière à la fois poreuse, donc adsorbante, assez consistante pour faciliter les manipulations, neutralisante à l'égard des acides et oxydante à l'égard des impuretés de l'air décomposables par oxydation. La proportion un peu excessive

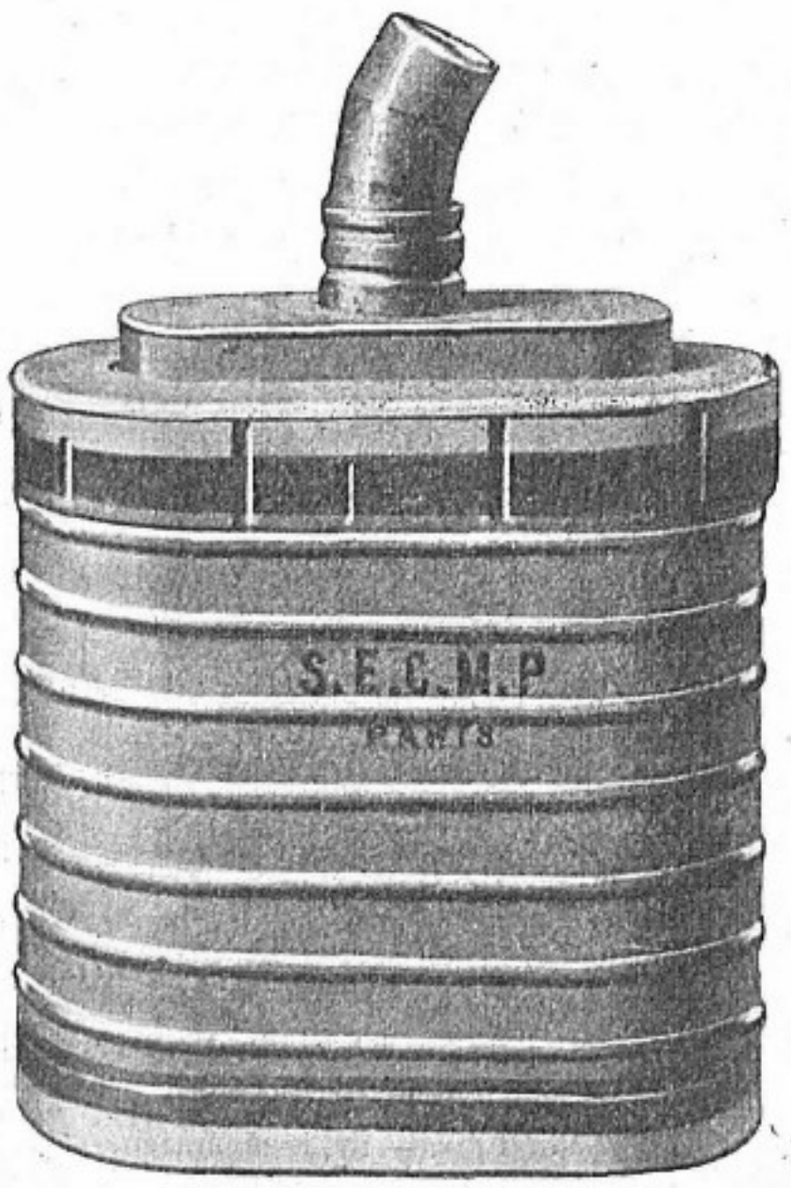


Fig. 11. — *Boîte filtrante* (petit modèle) *des masques S.E.C.M.P.*

Ces boites filtrantes remplacent avantageusement les usuelles cartouches absorbantes. Elles conviennent pour travaux de longue durée, leur efficacité étant moins limitée que celle des cartouches. Indépendantes du masque, elles en rendent le port très peu gênant, et elles facilitent d'ailleurs la respiration.

de 13 à 14 o/o d'eau se trouvait finalement réduite à 10 o/o, grâce au mélange avec du charbon de bois et, dans l'usage industriel, 16 à 18 o/o d'humidité avec 4 o/o d'alcali donnent encore une neutralisation satisfaisante, comme on l'a observé depuis lors : un tel granulé non déliquescent absorbe jusqu'à 0 gr. 3 d'acide carbonique par gramme de son poids. Plus féconde fut encore l'investigation des laboratoires sur les charbons susceptibles de protéger par adsorption, et même par véritable absorption s'ils sont chimiquement activés. L'activité d'absorption (haut coefficient et rapidité combinés) était, en effet, une qualité essentiellement requise, puisque la présence dans l'air de certains gaz toxiques au taux réduit de 0,001 pour 100 est dangereuse même pour un instant, et la proportion infime de 1 partie de gaz pour 1 million de parties d'air est presque toujours mortelle pour qui prolonge son séjour dans l'atmosphère contaminée. La capacité d'absorption ou d'adsorption-condensation était également à considérer, pour réduire les frais de transport du produit et l'encombrement des appareils ; comme pour l'alcalin, il fallait enfin choisir une substance douée de souplesse ou résistance mécanique, malgré sa porosité, et présentant pour le stockage une suffisante stabilité chimique. En partant du charbon de bois, absorbant puissant et d'une convenance presque universelle, on finit par préparer, à l'aide de matières végétales carbonisées, puis traitées par l'acide chlorhydrique, ou le chlorure de zinc, ou autres déshydratants, des absorbants très actifs, comme les charbons Urbain, qui rivalisent maintenant avec les procédés anciens pour la récupération des solvants volatils ou le débenzolage du gaz. Cette question de l'adsorption-condensation unie à l'absorption-neutralisation était d'importance primordiale : car certains expérimentateurs ont fait remarquer, à propos de l'anhydride sulfureux, qu'à la proportion encore nocive de 1 à 2 o/o dans l'air, et non plus à dose massive comme dans le combat chimique, les gaz risquaient de traverser le filtre sans amorcer une réaction suffisante : l'adsorption préviendra ce danger.

La construction même du masque et de ses accessoires fit également l'objet d'améliorations essentielles, portant principalement sur ces deux points : imperméabilité des enveloppes protectrices à l'égard des gaz et vapeurs ; substitution éventuelle, aux masques et cagoules hermétiques trop pénibles à porter pendant une longue durée, d'un masque s'appliquant bien aux contours du visage ou recouvrant même simplement la bouche et les narines. L'insuffisance des toiles caoutchoutées employées seules a été signalée par nos laboratoires officiels, comme aussi par le « Gas Masks Department » de la Station du « Bureau of Mines », à Pittsburgh, qui essaya tous les masques de guerre et les fit admettre pour les mécaniciens et chauffeurs dans les tunnels dangereux, ou par le Laboratoire américain des Produits forestiers, qui recommanda aussi ces appareils de sécurité dans tous les travaux chimiques de papeterie. Le Service d'Hygiène publique des Etats-Unis conseillait, après nombreuses expériences, les vernis à 1 partie de gomme laque et 1 partie d'huile de castor dans 25 parties d'alcool à 95° ; c'est en effet l'imper-

méabilisation par les corps gras qui donna les plus sûrs résultats, et a même permis l'emploi de papiers traités à la confection de masques efficaces. Enfin, pour des besoins momentanés, comme par exemple le changement des cartouches filtrantes dans le masque, facile à enlever et remettre, on créa aussi des appareils à simple filtre avec tuyau buccal, soutenus par une pince nasale.

L'appareil portatif et indépendant qui appa-

Fig. 12. — *Masque type G. C., contre l'oxyde de carbone.*
Ce masque, qui se construit aussi avec oculaires, ne comporte pas de boîte à soupapes. Celles-ci sont portées par la tubulure qui est fixée au masque; la soupape d'aspiration, en caoutchouc, est extérieure; la soupape d'inspiration, métallique est à l'intérieur. En traversant les cylindres portés dans un sac pectoral et chargés de produits spéciaux, le terrible poison du sang est transformé en acide carbonique plus aisément neutralisé.

raissait, vers la fin de la guerre, comme le plus perfectionné en même temps que le moins compliqué, était désigné sous le nom de A. R. S. C'est un masque qui couvre entièrement la figure ; il est retenu sur la tête par des lanières entrecroisées, et s'adapte au front, aux tempes, aux joues et sous le menton par une bande de tissu spécial assurant, avec toutes formes de visage, une adhérence constante et une parfaite herméticité. Le corps du masque est constitué par deux tissus, l'un caoutchouté, l'autre huilé, dont la superposition garantit une étanchéité complète et durable à l'encontre de gaz ou vapeurs aussi dangereux que le phosgène ou l'acide cyanhydrique. A hauteur des yeux, un loup de caoutchouc à oculaires en cellophane permet dans toutes circonstances la vision claire : car cette sorte de viscose, imperméable aux gaz, mais perméable en quelque mesure à l'humidité, possède par suite un pouvoir antibuée très acentué. Enfin le masque se complète, devant la bouche, par une embase métallique avec double soupape, l'une pour l'inspiration, l'autre pour l'expiration : c'est sur cette embase qu'est vissée la cartouche purifiante, qui contient à la fois le granulé alcalin absorbant et neutralisant les gaz acides tels que chlore, oxychlorure de carbone, etc., puis, en seconde couche, un charbon actif et adsorbant, qui parachève la purification, et peut d'ailleurs se doser en considération du danger.

Etabli selon ce schème général, le masque A. R. S. synthétisait les améliorations suggérées par les recherches et les sévères leçons pratiques du temps de guerre ; il constituait déjà un ap-

Fig. 13. — *Appareil « momentané de rechange » S.E.C.M.P.*
Appareil d'attente à cartouche-filtre et pièce buccale, s'adaptant avec une grande rapidité, et protégeant contre poussières et fumée dans les cas où quelque accident de travail détériore le masque ou sa boîte filtrante.

pareil commode et sûr, s'adaptant si bien aux conditions du travail industriel, qu'il fut de suite mis en service dans maintes usines en tous pays. Quelques autres types industriels, lancés en Allemagne, en Australie ou aux Etats-Unis, semblent plus primitifs ou de moindre efficacité.

Ces appareils respiratoires de sécurité réclamaient encore, cependant, des améliorations importantes, et une firme française spécialisée dans cet ordre de construction s'est attachée avec

succès à réaliser ces suprêmes perfectionnements. D'abord les soupapes en caoutchouc s'altèrent avec le temps; par le phénomène bien connu du vieillissement qui résinifie la gomme. On a donc créé, sous le nom d'appareil R.S.C., une type d'embase démontable, qui permet de vérifier rapidement les soupapes usagées, surtout celle d'expiration, et de remplacer sans difficulté la pièce hors de service. Très délicat était aussi le problème d'assurer avec rigueur l'arrêt mécanique des substances nocives en poudre impalpable qui, traversant tous absorbants sans être retenues, eussent laissé sans valeur la neutralisation ou l'adsorption des gaz et vapeurs. La protection contre les poussières a été obtenue par l'adjonction, sur les cartouches, d'un manchon filtrant construit de telle façon que l'air inspiré, avant de pénétrer dans le masque, traverse une ou plusieurs épaisseurs d'un tissu de coton dont la fabrication a fait l'objet de recherches spéciales : ce tissu, extrêmement ténu, comporte au minimum 80 fils au centimètre carré, et pour permettre la respiration aisée à travers un tel filtre, il a fallu combiner, ou plutôt concilier le maximum de surface respiratoire (400 c.c. environ), avec le minimum d'encombrement. Enfin la durée de protection, restant un peu limitée avec la cartouche, on a imaginé de lui substituer, pour les travaux prolongés, une boîte filtrante indépendante du masque et contenant 4 à 5 fois plus de matières absorbantes et neutralisantes : ce système allège le masque, puisque la boîte se porte dans un sac pectoral, et facilite encore la respiration.

La suppression des œillères dans des masques plus légers, se complétant quand besoin est par des lunettes étanches, la création d'un appareil « momentané de rechange », très portatif, facile à mettre en place et permettant de quitter le masque détérioré sans abandonner de suite le travail dangereux, enfin la réalisation d'un masque dit G. C., avec ou sans oculaires, transformant par un oxydant l'oxyde de carbone en oxyde carbonique, puis absorbant le toxique devenu simplement asphyxiant, ceci par le moyen de deux boîtes ni volumineuses, ni pesantes : ce sont là encore de précieux progrès sanitaires, dûs aux mêmes constructeurs français.

Avec ces appareils si commodes et si perfectionnées, ces neutralisants et adsorbants variés, depuis la chaux sodée pour gaz très acides jusqu'aux simples charbons contre irritants ou toxiques organiques, en passant par les réactifs spéciaux qu'exigent l'ammoniaque ou l'oxyde de carbone, nos industries chimiques disposent désormais de tout l'arsenal sanitaire propre à faire régner dans leurs établissements le *Safety first !*, cher aux Américains. Le chef d'industrie en comprend bien l'inestimable valeur : reste à faire sur ce point l'éducation de notre ouvrier français, rebelle, par crainte du ridicule surtout, à la gêne insignifiante et nécessaire des vêtements et harnachements protecteurs. La protection contre le danger chimique du labeur pacifique, l'habitude du masque prévenant d'ailleurs des éventualités guerrières qu'on veut croire improbables, voilà qui vaut bien un momentané sacrifice d'élégance.

NOTES ET ACTUALITÉS

Spectroscopie

Le soleil, laboratoire de recherches. — Le soleil ne fixe pas seulement notre attention en tant que centre du système planétaire auquel nous appartenons. Il réalise encore pour nous la seule étoile assez proche pour constituer sous nos yeux un véritable laboratoire où s'élaborent des expériences, par ailleurs impraticables. Son observation astrophysique a fait l'objet d'une récente communication de George Ellery Hale (1) devant l'Institut Franklin, à l'occasion d'une médaille décernée à ce savant pour ses propres travaux sur la question.

En premier lieu, le Soleil constitue un four de très haute température. A l'intérieur de l'astre, la température est vraisemblablement suffisante pour que les atomes présents s'y trouvent plus ou moins dépouillés de leurs électrons périphériques. Les éléments ne parviennent à se constituer qu'au voisinage plus immédiat de la surface visible où leurs vapeurs sont à 6.000° environ, température qui, à proximité des taches, s'abaisse assez, pour permettre la formation de composés chimiques.

(1) *Journal of the Franklin Institute*, juillet 1927.

En 1859, Kirchhoff et Bunsen déterminant les raies spectrales communes à la radiation des métaux vaporisés au laboratoire et à celle des vapeurs solaires incandescentes en ont conclu à la présence des éléments correspondants dans le soleil. Sur les spectres solaires, les raies se détachent en sombre, circonstance qui décèle l'absorption de la lumière blanche du disque chaud par les vapeurs plus froides de la couche renversante.

Plus tard, en adjoignant un équatorial au spectroscope, Lockyer remarqua que les raies spectrales varient d'intensité relative, avec la région solaire examinée. Cette étude l'a amené à distinguer des raies ordinaires les « raies renforcées » qui, d'une manière générale, prédominent dans les spectres de haute température. Selon les raisonnements thermodynamiques du physicien hindou Megh Nad Saha, on impute aujourd'hui les raies renforcées aux atomes ionisés, et les autres raies aux atomes qui n'ont pas perdu d'électrons.

Comme l'a indiqué Charles A. Young, on distingue jusqu'au sommet des protubérances solaires les plus prononcées les raies H et K du calcium, qui sont des raies renforcées. A ces niveaux, qui s'élèvent parfois à plus de 800.000 kilomètres au-dessus de la surface de l'astre, ces raies renforcées du calcium ne s'accompagnent plus guère

que des raies de l'hydrogène et de l'hélium, les gaz les plus légers connus. Au contraire, la raie bleue intense du calcium, qui est une raie d'atome complet, ne dépasse pas les niveaux inférieurs.

On sait que c'est lors de l'éclipse de 1868 que Lockyer a décelé dans le spectre solaire la raie jaune brillante de l'hélium, élément qu'on devait par la suite retrouver sur notre planète, d'abord dans des minéraux, puis dans des émanations naturelles.

Dans d'autres observations spectrales des plus curieuses, ayant leur origine dans une observation faite par Young en 1892, des savants, parmi lesquels Hale lui-même, ont reconnu dans les spectres des taches, des dédoublements de raies qui, d'autre part, se présentent simples dans les spectres du disque. Après avoir mis en évidence la polarisation de la lumière émise par les taches, ils ont identifié le dédoublement à un effet Zeeman provoqué par un champ magnétique.

On a constaté encore que les raies solaires subissent de légers déplacements, fonctions de l'altitude de la région en observation. En suivant le phénomène, on est parvenu à démontrer que la masse d'ensemble du soleil est le siège d'un champ magnétique. Le champ global solaire, beaucoup moins intense que les champs locaux des taches, a la même polarité que le champ magnétique terrestre. Son existence est intéressante du point de vue du mouvement absolu. On s'est demandé, en effet, si le magnétisme de la terre serait une simple conséquence de sa rotation, suggestion qui, émise d'abord par Schuster, a inspiré à Einstein des études théoriques approfondies. Il était donc important de savoir que notre planète partage ses propriétés magnétiques avec un autre corps céleste.

Dans les autres travaux auxquels a donné lieu le soleil, Hale mentionne les essais tentés ces dernières années pour vérifier les prévisions de la théorie d'Einstein, déviation d'un rayon de lumière passant au voisinage d'une masse pesante, et déplacement des raies solaires vers le rouge. Dans un ordre d'idées différent, il signale que Pickard a mis en évidence une corrélation entre l'activité solaire et l'évanouissement des transmissions en T. S. F.

Hale fournit quelques précisions sur la technique des observations solaires. Au télescope seul, on ne voit ni les protubérances ni la chromosphère, à cause du grand éclat de la lumière diffuse du ciel qui forme fond. On ne réussit à les apercevoir, que par la combinaison convenable du télescope et du spectroscope.

C'est sur ce principe qu'est construit le spectrohélioscope. L'appareil du genre, utilisé par Hale lui-même, lui a permis, entre autres choses, d'observer en janvier 1926, près du centre du disque, un floculus brillant. L'événement s'est trouvé en concordance exacte avec une aurore rouge observée à Oslo par Stormer accompagnée d'un orage magnétique. Il paraît plausible d'imputer ces divers phénomènes à une décharge brusque de particules électrisées.

S. V.

T. S. F.

Systèmes assurant le secret des communications radiotéléphoniques. — La récente exploitation du service téléphonique transatlantique a attiré l'attention sur le problème du secret dans les communications radiotélégraphiques. Nous empruntons à M. O. F. Brown quelques considérations sur la nature et les difficultés de ce problème ainsi que des indications sommaires sur quelques solutions proposées.

D'abord il faut relever une erreur que l'on rencontre souvent dans la presse non technique et qui consiste à dire que l'emploi de faisceaux d'ondes dirigées (« beam system ») assure le secret des communications. On croit souvent que ces faisceaux sont très étroits et que seul un collecteur d'ondes placé sur son trajet peut permettre la capture d'un message. Or, il n'en est rien, le faisceau s'élargit très rapidement et ses bords sont loin d'être nettement

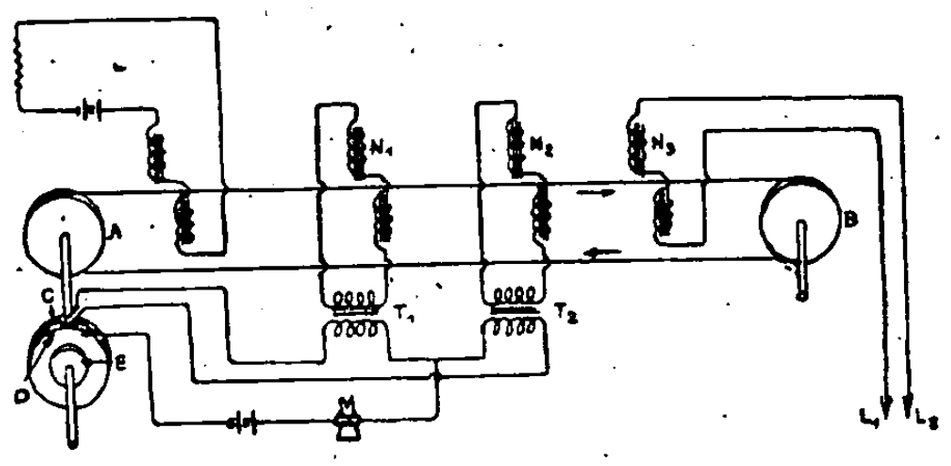


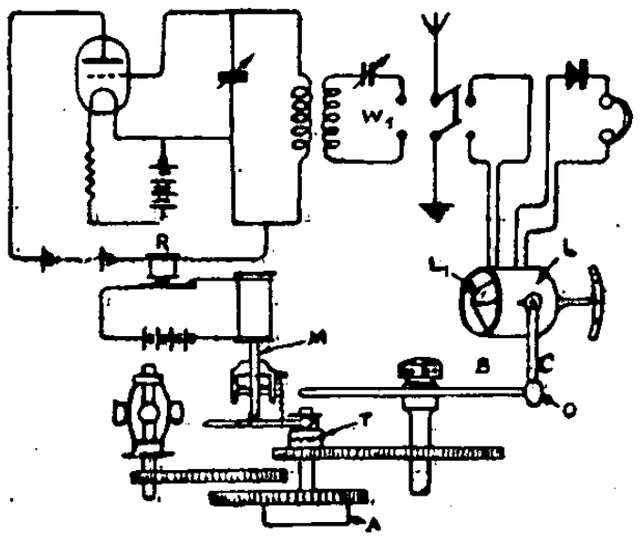
Fig. 14.

accusés. Il y a donc toute une zône touchée par l'émission et à l'heure actuelle, l'emploi des ondes dirigées n'assure en aucune manière le secret en question.

Cette mise au point faite, passons rapidement en revue quelques suggestions. Une des plus ingénieuses fut brevetée en 1918 par un ingénieur danois Tigerstedt. Sa méthode s'applique d'ailleurs à toute communication télégraphique ou téléphonique sur fil ou sans fil et consiste à hacher les signaux Morses ou les mots dont les sections ainsi créées sont transmises dans un ordre quelconque et produisent un mélange incompréhensible. A la réception, ce mélange est automatiquement remis en ordre et la parole devient compréhensible. La réalisation pratique est schématisée fig. 14. Une bande continue d'acier aisément aimantable passe sur deux rouleaux A et B dans le sens de la flèche. Trois disques circulaires sont montés sur le même axe que le rouleau A. Les circonférences des disques circulaires C et D sont divisées en segments conducteurs et isolants de telle façon que les disques tournant ensemble, un segment isolant sur C est opposé à un segment conducteur sur D et vice versa. Les segments conducteurs de C et de D sont reliés au 3e disque circulaire conducteur E. Des balais frottent sur les disques et permettent d'assurer les connexions exérieures. Quand on parle devant le microphone M, les courants téléphoniques passent par le disque E et sortent par le disque C ou D suivant qu'un segment conducteur de C ou de D se trouve à ce moment sous le balai correspondant. Si le courant passe par le disque C, il passe ensuite dans le primaire d'un transformateur T_1 ; au disque D correspond de même le transformateur T_2. Les secondaires de ces transformateurs sont reliés aux bobines N_1 et N_2 qui traversées par les courants téléphoniques modifient le magnétisme de la bande continue, et des courants téléphoniques correspondants sont induits par la bande ainsi magnétisée dans les bobines N_3 reliées à l'appareil de transmission. L'appareil de réception est fait d'une façon identique. Les courants reçus passent dans un transformateur et sont appliqués à travers des disques semblables à C et D et des transformateurs semblables à T_1 et T_2. Cependant dans le récepteur, T_1 est lié à la bobine N_2 et T_2 à N_1 pour reproduire l'assemblage correct. Le circuit L est destiné à détruire l'effet du magnétisme résiduel avant que la bande passe sous les bobines N_1 et N_2. Le succès de la méthode dépend d'un réglage convenable des vitesses et surtout du synchronisme rigoureux au départ et à l'arrivée. La réalisation pratique semble donc très difficile. Quant au secret, s'il n'est pas parfait avec deux bobines, il peut être très amélioré en coupant la parole en trois ou quatre sections.

Un très grand nombre d'autres méthodes reposent sur

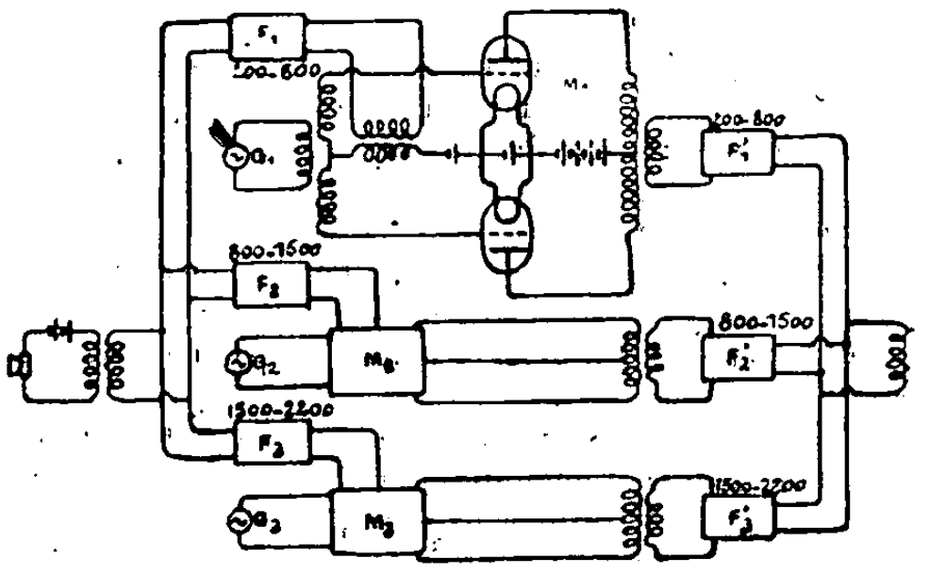
la variation de la longueur de l'onde porteuse. La plus simple consiste à transmettre alternativement sur deux longueurs d'onde. L'antenne est couplée à deux émetteurs identiques modulés à tour de rôle par le même circuit microphonique. L'échange est obtenu par un inverseur mécanique rotatif. L'appareil de réception comprend deux circuits détecteurs reliés au même circuit basse-fréquence et au téléphone. En dehors du secret très relatif obtenu par ectte méthode, cette dernière a l'inconvénient de nécessiter deux ondes porteuses pour la même communication et par suite d'encombrer l'éther. Dans d'autres systèmes, on fait varier la longueur de l'onde porteuse par des variations régulières ou irrégulières des éléments du circuit d'accord.



Fig, 15.

Il faut évidemment qu'au récepteur on reproduise les mêmes variations dans le circuit d'accord. Voici une réalisation pratique de ce procédé (voir fig. 15). Un moteur A tournant à vitesse constante agit à l'aide d'engrenages convenables sur une came découpée B qui par une roue antifriction et un levier C imprime des mouvements à la bobine mobile L_1 d'un variomètre L. Un variomètre identique se trouve à la station réceptrice. A cette dernière se trouve aussi un circuit détecteur auxiliaire comprenant un relai R qui fait s'élever le noyau de la bobine M. Le mouvement de cette dernière est d'ailleurs contrôlé par un dashpot. Au début d'une communication les variomètres aux stations émettrice et réceptrice sont sur la même division et l'émetteur envoie un signal constitué par un long trait. Au récepteur, l'inverseur W_1 est placé de sorte que le circuit auxiliaire soit couplé à l'antenne accordée sur l'onde sur laquelle est émis le trait. Le noyau de la bobine s'élève, mais à la fin du trait il tombe, les dents T s'enclanchent et le moteur fait tourner la came C. Le même phénomène se produit à la station émettrice. Si les vitesses des moteurs sont les mêmes, le récepteur reste donc constamment accordé sur la longueur d'onde de l'émetteur. A certains instants convenus on peut même changer les cames de façon à faire varier encore plus irrégulièrement la longueur d'onde. On conçoit qu'il puisse exister une variété de systèmes du même genre.

Nous allons enfin dire quelques mots d'un procédé basé sur un principe tout différent et d'ailleurs couvert par des brevets appartenant à la Western Electric C°. Nos lecteurs savent ce que l'on entend par transmission avec suppression de l'onde porteuse et sur une seule bande. Pour recevoir une telle transmission, il est indispensable d'hétérodyner les oscillations reçues avec des oscillations locales de fréquence rigoureusement égale à la fréquence de l'onde porteuse supprimée. De plus, on peut utiliser une « transmission par inversion de la voix », c'est-à-dire, que les notes basses du spectre audible, ou une de ses parties, sont transformées en notes hautes, ou inversement. La voix est ainsi complètement déformée, mais il suffirait de changer la fréquence de l'hétérodyne à la réception pour la rendre de nouveau intelligible. Pour obtenir le secret, le spectre audible est divisé en trois ou quatre parties, les fréquences de l'une ou plusieurs d'entre elles étant inversées. Par exemple, supposons le spectre audible divisé en 3 parties comprenant les fréquences 200 à 800, 800 à 1.500 et 1.500 à 2.900 cycles. Pour ce faire, il suffit (voir fig. 16)



Fig, 16.

d'appliquer les courants à trois filtres F_1, F_2, F_3 laissant passer respectivement les bandes ci-dessus. Les courants microphoniques de ces trois filtres sont appliqués à trois modulateurs à lampes M_1, M_2, M_3. Or le générateur G_1 introduit dans le modulateur des courants de fréquence 1000 cycles. Il s'ensuit qu'à la sortie du modulateur on a deux bandes de fréquences, l'une de 800 à 1.200, l'autre de 1.200 à 1.800 cycles. En plaçant alors un deuxième filtre F'_1 semblable à F_1, on voit qu'à la sortie de F'_1, la bande 200-800 passe mais est inversée. Le son sortant de fréquence 200 avait à l'entrée une fréquence de 800 et inversement. On opère de même avec les deux autres bandes de sorte que les courants recombinés passent dans T_2, ensuite dans un modulateur compensé dans lequel est introduite par le générateur l'oscillation à haute fréquence de transmission. Le système récepteur comprend un système semblable, d'où les sons sortent dans leur ordre normal et sont compréhensibles. Comme avec un jeu d'inverseurs, on peut inverser telle ou telle bande, le nombre de combinaisons est très grand. Il semble donc que c'est dans cette dernière voie que se trouve la solution la plus approchée du problème.

P. Abadie.

Electricité

Mesure des rayonnements. — Dans une étude sur la mesure des rayonnements, parue dans le *Bulletin de la Société française des Electriciens* (avril 1927), M. Ch. Fabry a donné d'intéressants renseignements sur l'emploi de la plaque photographique pour cet usage.

Depuis longtemps employée pour enregistrer la forme et la position des images, la plaque photographique est en train de devenir le principal instrument pour la mesure des intensités. Elle possède pour cela de sérieux avantages, dont le plus évident est d'enregistrer en quelques instants toute une série de données qui seront ensuite utilisées. Cela est particulièrement précieux pour la mesure des intensités dans un spectre, où la détermination directe, avec un appareil ne faisant pas d'enregistrement, exige un temps très long, pendant lequel le phénomène étudié peut subir d'importantes variations. Il est vrai que la sensibilité de la plaque aux diverses radiations n'est pas sans être sélective; mais son domaine de sensibilité, par des perfectionnements successifs, augmente de jour en jour. Il

comprend, depuis longtemps, toutes les radiations visibles, et déborde largement ce domaine des deux côtés. Du côté des petites longueurs d'onde, la sensibilité s'étend sans interruption jusqu'aux ondes les plus courtes, y compris les rayons X et les rayons gamma. Du côté des grandes longueurs d'onde, il reste des progrès à faire, mais déjà la sensibilité de plaques spéciales atteint l'infra-rouge et s'étend jusque vers la longueur d'onde 1μ.

L'emploi de la plaque photographique pour la mesure des intensités repose sur l'étude du noircissement ou, comme on dit, de la *densité* du négatif photographique et sur la comparaison des densités produites par les rayonnements convenablement gradués.

Pour faire ces mesures, on a construit de nombreux appareils, appelés opacimètres et microphotomètres; l'un des plus intéressants et des plus commodes est celui imaginé par MM. Ch. Fabry et Buisson.

Le dépouillement d'un cliché suppose la mesure point par point de la densité de l'image photographique. C'est une opération très longue. Tout récemment, on a réussi à remplacer la mesure visuelle des densités par un enregistrement automatique donnant directement la courbe de noircissement suivant une ligne de la plaque, par exemple sur la longueur d'un spectre. Le récepteur est alors, à la place de l'œil, un appareil à lecture directe et les déviations du galvanomètre sont enregistrées sur un papier sensible qui se déplace de quantités proportionnelles aux déplacements du cliché. Dans l'appareil construit en Hollande par Moll et très employé, malgré son prix élevé, le récepteur est une pile thermoélectrique reliée à un galvanomètre. Un appareil plus robuste a été construit en France, par MM. Lambert et Chalonge, en utilisant comme récepteur une cellule photo-électrique dont le courant est envoyé à un galvanomètre de type courant.

A. Bc.

Statistique

Situation économique de l'Afrique Equatoriale française. — L'Afrique Equatoriale française, un de nos territoires coloniaux les plus récemment aménagés, vient d'entrer dans une phase nouvelle de son développement économique.

L'Afrique équatoriale française, l'A. E. F., se suffit à elle-même. Depuis cette année elle ne recourt plus aux subventions de la métropole pour équilibrer son budget.

Ce budget qui n'atteignait pas cinq millions de recettes en 1924, dépasse vingt millions de recettes en 1927. L'Etat fournissait encore 6 millions en 1924. Il n'a eu à fournir aucune subvention, pour la première fois. (*L'Economiste français*, 3 septembre 1927).

Le mouvement commercial a passé de 91 millions en 1924 à plus de 200 millions pour les 9 premiers mois seulement en 1926. Les bois, les matières oléagineuses, le caoutchouc, le bétail, les peaux, et un peu de cacao, de cuivre, de coton, de café, sont les principales productions que le développement des routes et des voies ferrées amène de plus en plus à la côte.

L. R.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Métallurgie

La transformation de l'acier trempé au recuit. — Osmond a établi qu'en chauffant l'acier à environ 300°, il se produisait déjà de la cémentite. Les aciers trempés sont dans un état métastable; d'après Maurer, ils contiendraient du fer avec du carbone réparti sur ses atomes. Au recuit, l'acier trempé se transforme en un mélange hétérogène de fer-α et de Fe^3C. L'auteur aprés avoir étudié tous les phénomènes qui se produisent au recuit arrive aux conclusions suivantes :

Le température de recuit de 100° exerce déjà une action profonde sur l'acier trempé. En trempant l'acier trempé pendant 14 heures dans l'eau bouillante, de façon que la transformation de la martensite en phase ζ soit complète, cet acier, en refroidissant à la température ordinaire et même en le réchauffant jusqu'à environ 200°, ne présente plus aucune variation de volume. Pour les outils, on emploie suivant leur usage des températures de 200° à 300°. Mais la durée du recuit n'est pas d'habitude suffisante pour que la transformation du fer ζ en fer α + cémentite soit complète. Il s'ensuit que l'état de recuit qu'on désire d'habitude pour les outils est formé principalement par la phase ζ mélangée en partie avec de l'austénite ou avec du fer α + cémentite. Quand on veut rendre l'acier trempé constant en volume même aux températures supérieures à 280°, il faut employer une température de recuit de 400°. (*Stahl und Eisen*, 1-11-26).

E. P.

Agronomie

La valeur agronomique des terres en formation sur les montagnes. — Les terres qui se forment sur les montagnes aux dépens des diverses variétés de roches présentent on le conçoit des caractères particuliers.

D'autre part, on trouve sur les montagnes jusqu'à une altitude élevée une végétation exubérante qui indique nettement la présence d'une terre d'une richesse appréciable.

Il m'a paru intéresant d'étudier de près ces sols en formation, ces terres naissantes et de suivre le processus de leur formation depuis le sommet des montagnes jusque dans la plaine.

Les études commencées, placées sous les auspices de l'Institut des Recherches agronomiques, m'ont donné l'occasion d'examiner un grand nombre de terre prélevées dans le Dauphiné entre 1.500 et 3.200 m., c'est-à-dire depuis la zone cultivée jusqu'à celle des glaciers. Je donne ci-après quelques renseignements sur les résultats de mes études qui ont été communiqués par M. Eugène Roux à l'Académie d'Agriculture (12 oct. 1927).

Les échantillons pris de 2.500 à 3.200 m. représentent réellement le premier stade de la formation naturelle du sol arable.

D'autres terres proviennent de la zone supérieure des pâturages (1.800 à 2.500 m.). Enfin j'ai examiné quelques sols cultivés situés vers 1.500 m.

Voici quelques résultats d'analyses de terres des montagnes.

(Une partie de ces analyses a été faite à la Station agronomique de Chartres par M. Braun, directeur, et Mlle Garola, préparateur).

Terres prélevées dans une zone de granit du Pelvoux à Villard Notre-Dame (Isère) sur les pentes du Rochail (sommet à 3.049 m.).

		2.390 m.
Situation	2.600 m.	arête émoussée
Altitude	front du glacier	du granit
Terre fine o/o	34	46,5
Analyse de la terre fine : (pour mille)		
Gros sable	911,6	680,5
Sable fin	84,4	249,0
Argile	0,3	3 6
Humus	0,5	1,9
Azote	non dosé	1,78
CaO	2,9	1,35
P^2O^5	0,63	1,05

Ces deux analyses montrent bien l'évolution que l'on peut observer entre les terres formées par la première dégrégation du granite tout près du glacier et celle beaucoup plus avancée que l'on observe 200 m. plus bas.

L'échantillon inférieur montre une proportion plus grande d'éléments fins et aussi d'argile et d'humus et une dose d'acide phosphorique plus élevée. Dans ce deuxième échantillon est déjà marquée l'influence de la végétation pour l'enrichissement du sol en azote (en humus) et en

Fig. 17. — Glacier de la Meije.
Sols que la végétation commence à envahir.

phosphates. La dose plus faible de chaux peut tenir à une décalcification déjà sensible de la surface.

D'une façon générale les terres qui se forment sur les montagne, par la désagrégation des roches cristallines, sont pauvres en argile. Mais comme elles ont suffisamment pourvues en éléments nutritifs elles portent une abondante végétation herbacée dès que les circonstances du climat le permettent.

Voici, par exemple, une terre prise près de La Pra dans le massif de Belledonne (Isère), à 2.550 m. d'altitude sur l'arête de la grande Vaudaine, constituée par des roches cristallophylliennes.

La terre fine représente 82,5 o/o de l'échantillon. L'analyse de la terre fine a donné :

Gros sable	553,0 o/oo
Sable fin	325,0 »
Argile	4,4 »
Humus	106,0 »
Azote	5,06 »
P^2O^5	3,10 »

On voit que les sols des pâturages de haute altitude peuvent être très riches. Les plantes y retiennent, sans doute par l'humus qu'elles accumulent, des doses élevées d'azote et d'acide phosphorique.

Une autre analyse mérite d'être rapportée c'est celle d'une terre prise entre deux glaciers à 3.208 m. au col des Ruillans dans le massif de la Meije (Hautes-Alpes). Dans ce sol formé de débris d'un schiste sériciteux avec quelques fragments de roche calcaire, on trouve peu de terre fine 29,5 o/o , mais cette terre fine contient une dose importante d'azote 3,38 o/oo, de chaux 88,0 o/oo, de P^2O^5 2,6 o/o. Il n'y a presque pas de végétaux visibles sur ce sol, sauf une ou deux rares plantes d'*Androsacea pubescens*. Le sol est gelé une grande partie de la journée (température —7°o à 8 h. du matin, le 6 septembre).

En somme *les terres de haute montagne ne sont pas des terres pauvres.*

Parmi les terres cultivées en montagne on rencontre des terres encore plus riches, même très riches.

Voici deux analyses de terres provenant du lias calcaire et schisteux exploitées à Villard-Notre-Dame (Isère) :

	Prairie à 1700 m.	Champ d'orge à 1575 m.
	—	—
Terre fine o/o	98	50
Azote dans la terre fine	10,3	9,64
CaO	13,73	47,46
P_2O_5	2,06	3,3
P_2O_5 soluble dans l'acide citrique à 2 o/o	0,0	1.0

Comme on le voit, le champ d'orge est établi sur une terre très riche puisqu'elle accuse non seulement 9,64 o/o d'azote et 3,3 o/o d'acide phosphorique dans la terre fine, mais encore 1 o/o de cet acide phosphorique soluble dans l'acide citrique à 2 o/o. On conçoit que ces sols puissent donner des récoltes intéressantes pour les vaillantes populations qui se maintiennent dans ces villages de montagne.

Laurent Rigotard.
Ingénieur agronome.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 28 novembre 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *J.-A. Lappo-Danilevski* (prés. par M. Hadamard). — **Résolution algorithmique générale du problème régulier de Riemann.**

— *N. Mouskhelichvili* (Muschelisvili) (prés. par M. Hadamard). — **Sur l'intégration approchée de l'équation biharmonique.**

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Alexandre Pantazi*. — **Sur l'applicabilité projective des hypersurfaces développables.**

— *Paul Mentré* (prés. par M. Kœnigs). — **Sur le complexe flecnodal d'une surface réglée.**

HYDRODYNAMIQUE. — *Basile Demtchenko*. — **Forces perturbatrices agissant sur un corps qui se meut dans un liquide près d'une paroi.**

AÉRODYNAMIQUE. — *E. Carafoli* (prés. par M. Rateau). — **Tracé général des profils avec dièdre à la pointe.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *A. Levêque*. — **Résolution théorique du problème de l'échange de chaleur par circulation d'un fluide visqueux en mouvement tranquille à l'intérieur d'un tube cylindrique.**

ÉLECTRICITÉ. — *René Darbord* (prés. par M. Brillouin). — **Nouvelle méthode pour la mesure absolue, en haute fréquence, des constantes diélectriques des liquides.**

Par l'emploi de la méthode indiquée, la capacité mesurée est nettement définie, la dispersion des lignes de for-

ce n'intervient plus et l'on réalise la méthode absolue des constantes diélectriques. Le condensateur peut être rempli d'une façon quelconque, pourvu qu'il le soit suffisamment; la vapeur du liquide peut sans inconvénient avoir une constante diélectrique s'écartant de l'unité; enfin, on n'a plus besoin de s'adresser à un corps étalon de constante diélectrique connue.

— *L. Cagniard* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la variation du pouvoir inducteur spécifique des fluides dans les champs électriques intenses.**

Les calculs ont conduit l'auteur à conclure que la diminution apparente de la constante diélectrique est sans doute due à un phénomène parasite que la technique ne permettrait pas d'éliminer et, de toute façon, ne prouve rien pour ou contre l'existence des dipôles.

MAGNÉTISME. — *C. Gutton* et *J. Mihul* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la perméabilité du fer aux fréquences élevées.**

Les résultats obtenus montrent que la perméabilité magnétique moyenne conserve une valeur constante pour les petites amplitudes du champ jusqu'à une valeur efficace de 1 gauss environ; elle croît ensuite avec le champ. L'accroissement constaté est beaucoup plus faible que dans les champs constants.

OPTIQUE. — *A. Piccard* et *E. Stahel* (transm. par M. Weis). — **L'absence du vent d'éther au Rigi.**

Les auteurs ont repris leurs expériences en se servant comme précédemment de l'interféromètre de Michelson. Ces nouvelles recherches ont montré que, tandis que le vent d'éther de M. Miller aurait produit une sinusoïde oscillant entre +3,2 et —3,2 millièmes, ces points donnent comme sinusoïde la plus probable, une courbe comprise entre les limites +0.08 et —0,08 millièmes. Cette courbe correspond à un vent d'éther de 1,45 km sec : on en peut conclure, que dans les conditions correspondant à l'expérience de M. Miller, le vent d'éther ne se manifeste nullement; la base expérimentale de la théorie d'Einstein reste donc valable.

CHIMIE ORGANIQUE. — *V. Grignard* et *G. Mingasson.* — **Réduction des chlorures d'acides sous pressions réduites. Méthode de préparation des aldéhydes.**

Poursuivant leurs recherches sur l'hydrogénation catalytique sous pression réduite, les auteurs ont appliqué leur méthode aux chlorures d'acides. Ils ont étudié l'hydrogénation par voie sèche sur le nickel et sur l'oxyde de platine, et ont obtenu, dans les conditions exposées dans cette Note, une série de produits qui montrent que la méthode employée permettra une généralisation autorisant, par une application facile, le passage de la fonction acide à la fonction aldéhyde.

— *Marcel Godchot* et *Cauquil* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur quelques dérivés de la série cyclooctanique.**

En partant de la cyclooctanone, les auteurs ont obtenu le cyclooctanol, alcool secondaire nouveau qui par déshydratation en présence de l'anhydride phtalique bouillant a donné du cyclooctène, déjà obtenu par Willstatter et Wasser en partant du diméthylamido cyclooctane.

En faisant réagir l'iodure de méthylmagnésium sur la cyclooctanone, on obtient l'alcool tertiaire qui ne peut être isolé à l'état pur. Distillé dans le vide, il perd une molécule d'eau et donne le carbure éthylénique Δ_1 méthylcyclooctène, liquide incolore bouillant vers 158°-160°.

CHIMIE MINÉRALE. — *C. Eichner* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur la décomposition des sulfates de vanadyle à haute température.**

Le vanadium V^{IV} chauffé en solution sulfurique s'oxyde, et, d'autre part, V^{V} se réduit jusqu'à un état d'équilibre. Après un chauffage prolongé la plupart du vanadium précipite sous forme de $VOSO^4$; l'équilibre se trouve rompu, mais il se rétablit de nouveau entre les quantités de V^{V} et V^{IV} qui restent en solution. L'apparition du V dans les expériences de MM. Rosenheim et Hsin Yii Mong s'explique par l'emploi de VO^3NH^4 au lieu de V^2O^5 pur. Il se forme alors au cours de l'évaporation $SO^4(NH^4)$, dont la décomposition ultérieure provoque la réduction du vanadium à l'état trivalent.

AGROLOGIE. — *G. Guittonneau, J.-F. Perey* et *M. Bé jambes* (prés. par M. Lindet). — **Sur les protozoaires des sols de l'Agenais.**

Les terres mises en expérience sont toutes plus ou moins argileuses et de richesse variable en fer. Les échantillons ont été prélevés à la tarrière sur une épaisseur de 20 centimètres environ, dans des parcelles, fumées ou non, dont on connaissait l'histoire culturale, et de formations géologiques sous-jacentes variées : alluvions modernes, alluvions anciennes, mollasse de l'Agenais, mollasse du Fronsadais. L'examen protozoologique de ces terres a montré que sur 19 espèces de protozoaires, une dizaine déjà signalées dans un grand nombre de sols, étaient régulièrement présentes dans toutes les terres de l'Agenais, examinées. Toutefois, l'une de celles-ci se distinguait par la variété de formes de ciliés qu'elle renfermait, particulièrement une forme appartenant à la famille des Euplotes.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *F. Hermann* (prés. par M. Pierre Termier). — **Conceptions nouvelles sur la tectonique des Alpes franco-italiennes.**

Le noyau prétriasique de la nappe des Schistes lustrés (nappe de la Dent Blanche, *guirlande* thétique de la Dent Blanche) a cheminé contre l'Europe, au moyen d'un nombre de charriages impossible à préciser : de cette masse même sur ses dépôts côtiers (Schistes lustrés); de masses sismiques ondulées, puis plissées, avec une vitesse supérieure à la compensation isostatique, l'une sur l'autre et sur les dépôts côtiers, bathyaux, abyssaux; de paquets de ces dépôts l'un sur l'autre et, à la fin, sur les autres guirlandes antérieures.

Cette sortie en travers de la nappe Schistes lustrés — Dent Blanche, tangentielle à l'arc alpin, de façon à former, pendant l'avancée des masses penniques, l'arc des Alpes Occidentales, permettra enfin des notions mécaniquement admissibles sur la structure de cet arc. Elle exclut, de façon absolue, toute autre interprétation que celle de M. Pierre Ternier, sur le massif de Savone, qui ne peut être que dinarique.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *René Souèges* (prés. par M. L. Guignard). — **Embryogénie des Légumineuses. Les derniers stades du développement de l'embryon chez le *Medicago Lupulina* L.**

L'embryon proprement dit qui, chez le *Trifolium minus*, prend naissance aux dépens de la cellule apicale du pro-embryon bicellulaire, se développe chez le *Medicago*, aux dépens de la cellule fille supérieure de cette cellule. Chez les deux plantes, le suspenseur présente une forme et des dimensions bien dissemblables; il diffère aussi au point de vue de son origine, puisque, dans le *Trifolium*, il provient uniquement de la cellule basale, tandis

que, chez le *Medicago*, la cellule basale et la cellule fille inférieure de la cellule apicale concourent à sa formation.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L. Blaringhem* (prés. par M. L. Guignard). — **Sur l'hérédité du sexe chez les hybrides d'œillets et spécialement chez *Dianthus barbatus* L. × *D. Caryophyllus* L.**

Dans certains hybrides d'Œillets, les produits obtenus par croisements divers à partir de progéniteurs femelles sont strictement, ou régulièrement femelles, pendant la majorité de leur vie. Mais il semble, d'après les expériences faites à partir du *D. barbatus* ♀ de l'Hospitalet, à petites fleurs, que la transmission simultanée du sexe et des caractères secondaires, corrélatifs à l'état sauvage (fleurs pâles, fleurs petites), ne se produit que dans les croisements entre espèces éloignées, l'inverse ayant lieu pour les fécondations des mêmes progéniteurs par un *Dianthus barbatus* cultivé.

Il est possible que la transmission unilatérale des caractères maternels chez les *Dianthus* et les autres *Caryophyllées*, soit due à la meilleure constitution, ou à la plus forte résistance ces graines offrant héréditairement les caractères maternels. C'est qu'en effet très peu de graines se forment et très peu germent.

ZOOLOGIE. — *L. Lavauden* (prés. par M. P. Marchal). — **Quelques effets de la sécheresse sur les Vertébrés supérieurs de l'Afrique du Nord.**

La caractéristique de ces années sèches, c'est que les animaux ne s'y reproduisent pas. Chez les Mouflons et les Gazelles, on observe jusqu'à l'atrophie testiculaire momentanée, et une véritable cachexie osseuse, tendant parfois à l'ostéomalacie. Chez les Perdrix, l'absence de reproduction en année sèche est également la règle, mais l'état physiologique des individus reste très prospère.

Ces troubles sont évidemment dûs à une carence d'ordre alimentaire. Il faut invoquer, semble-t-il, à la fois le manque de vitamines, lié à l'absence totale de végétation verte, et l'insuffisante *quantitative* de l'alimentation générale.

PHYSIOLOGIE. — *Th. Cahn* et *A. Bonot* (prés. par M. Roux). — **Démonstration de l'existence de protides de réserve dans le foie de Mammifères.**

Les auteurs montrent qu'il existe des protides de réserve dans le foie. Ces protides de réserve ont une constitution très différente de celle des albumines protoplasmiques pour certaines espèces animales. La vitesse de disparition nettement plus grande des protides que de l'acide nucléinique justifie pleinement la conception de *paraplasme albuminoïde* émise dès 1923 par Le Breton et Schæffer.

— *K.-M. Bykow* et *Alexeiew Berkman* (prés. par M. F. Mesnil). — **Création des réflexes conditionnels sur la diurèse.**

Il est possible de créer un réflexe conditionnel de la diurèse en établissant un lien entre un facteur extérieur quelconque et l'état hydrémique du sang. Il est évident qu'un certain état physico-chimique ou chimique se reflète dans l'écorce cérébrale, et si, à ce moment, quelque excitant vient à agir sur une région réceptrice, un lien s'établit entre les deux points excitables de l'écorce.

ÉLECTROPHYSIOLOGIE. — *Philippe Fabre* (prés. par M. d'Arsonval). — **Distinction entre les mesures d'excitabilité et les mesures de vitesse d'excitabilité neuro-musculaires : un nouveau test d'excitabilité.**

Le coefficient K de la formule logarithmique de l'auteur reliant la constante linéaire (C.L.) à la chronaxie (τ) lui est apparu au cours de ses expériences comme un paramètre d'excitabilité. Ce coefficient mesure bien la valeur de l'excitabilité neuro-musculaire. Il est indépendant des causes (température) qui modifient la vitesse de cette excitabilité.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *G.-M. Frank* et *S.-J. Salkind* (prés. par M. F. Mesnil). — **Sur le rayonnement mitogénétique des œufs d'oursin.**

Les expériences ont montré, d'une façon concluante, que l'émission mitogénétique des œufs fécondés n'a lieu que pendant la deuxième heure. Elle précède donc la division cellulaire et correspond à la copulation des pronucléi. L'hypothèse de Gurwitsch se trouve ainsi pleinement vérifiée.

PROTOZOOLOGIE. — *Mlle L. Dehorne* (prés. par M. F. Mesnil). — **Sur un Cilié parasite du *Clitellio arenarius* Müller. Ses relations avec l'*Opalina* (*Anoplophrya*) *filum* de Claparède.**

Au cours de recherches faites à Roscoff sur des Oligochètes marins, l'auteur a retrouvé dans le tube digestif des *Clitellio* l'Infusoire qui répond strictement à la courte mais précise description de *Claparède*. Il a fait de cet *Anoplophrya* mal connu une étude détaillée et expose dans cette Note un certain nombre de caractères importants qui ont échappé à l'attention de Claparède.

PARASITOLOGIE. — *J. Legendre.* — **Races de *Stegomya fasciata* et fièvre jaune.**

La grande race de *Stegomya fasciata* des pays à fièvre jaune est apte à transmettre aussi la dengue. Par contre, l'auteur pense aujourd'hui que la petite race océano-indienne, agent de la dengue qui sévit souvent à l'état épidémique dans les pays où vit ce stégomya, est inapte à transmettre la fièvre jaune qu'on n'y a jamais observée.

MICROBIOLOGIE DU SOL. — *Selman A. Waksman* et *René J. Dubos* (prés. par M. Winogradsky). — **Sur la nature des organismes qui décomposent la cellulose dans les terres arables.**

Dans les sols aérés, c'est surtout la réaction qui semble déterminer la nature des organismes actifs. Quand l'acidité correspond à une valeur pH inférieure à 6,0, les champignons semblent être les seuls à attaquer la cellulose.

Dans les conditions naturelles, les actinomycètes ne sont actifs que dans les sols secs, où les bactéries et les champignons ne se développent que très lentement. Quand les conditions d'humidité sont les plus favorables, ce sont les bactéries et les champignons qui envahissent le milieu ; il est même probable que les bactéries se développent alors plus rapidement que les champignons.

Parmi les espèces nouvelles isolées par les auteurs il en est qui ne pullulent qu'aux dépens de la cellulose à l'exclusion de tout autre aliment ; tel est le cas du *Spirochæta Cytophaga* de Hutchinson et Clayton.

P. Guérin.

Séance du 5 décembre 1927

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mandelbrojt* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les suites de fonctions holomorphes.**

THÉORIES DES FONCTIONS. — *J. Wolff* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur les séries** $\Sigma \frac{A_k}{z-a_k}$

— *A. Cartan* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur quelques théorèmes de M. R. Nevanlinna.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *P. Vernotte* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur une propriété de la méthodes des moindres carrés.**

ALGÈBRE. — *Ragnar Frisch* (prés. par M. Hadamard). — **Sur le théorème des déterminants de M. Hadamard.**

HYDRAULIQUE. — *De Sparre.* — **Danger pouvant résulter de la cavitation dans le cas de l'arrêt brusque des pompes alimentant une conduite de refoulement.**

HYDRODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE. — *A. Bénard* (prés. par M. Brillouin). — **Sur les tourbillons en bandes et la théorie de Rayleigh.**

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Paul Appell.* — **Application du théorème du travail virtuel au mouvement avec frottement.**

THERMODYNAMIQUE. — *C. Raveau.* — **Le cycle triangulaire réversible. Démonstration de plusieurs classes de relations thermodynamiques.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Maurice Hamy.* — **Sur un cas particulier de diffraction des images solaires au foyer d'une lunette.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *A. Schidlof* (prés. par M. de Broglie). — **Sur une construction fournissant la masse propre du point matériel chargé dans l'univers à cinq dimensions.**

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *L. Décombe* (prés. par M. Fabry). — **Les pellicules sphériques électrisées et les séries spectrales.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *J. Villey* et *E. Hochard* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur un monographe strobométrique à condensateur électrique déformable.**

L'appareil consiste essentiellement en un manomètre à membrane métallique élastique, seule disposition comportant une inertie mécanique assez faible et permettant une communication assez immédiate avec le cylindre, pour suivre sans déformation appréciable les cycles de moteurs rapides. Cette membrane est montée en manomètre différentiel et peut recevoir sur une de ses faces la pression cyclique à étudier et sur l'autre une pression permanente, pour éliminer, par une méthode de zéro, les erreurs dues, dans les mesures directes, aux variations accidentelles, en particulier thermiques, de l'élasticité de la membrane.

PHYSIQUE SOLAIRE. — *Emile Belot* (prés. par M. Bigourdan). — **La sismicité du Soleil et la périodicité des orages magnétiques.**

Les courbes tracées par les magnétographes avec leurs pointes multiples de hauteur variable ressemblent aux tracés des sismographes terrestres et ne sont que la traduction électromagnétique sur le méridien synodique de la Terre, des courbes qu'enregistreraient des sismographes à la surface du Soleil. Les ondes sismiques solaires, pouvant atteindre une profondeur de 180.000 km. sous la surface du Soleil pourraient nous apporter des notions nouvelles sur sa constitution profonde, comme les ondes sismiques de la Terre nous renseignent sur les discontinuités de sa densité interne. Si la surface équatoriale du noyau dense du Soleil est, en raison de sa puisation, plus loin de la surface de la photosphère au moment du minimum des taches, on comprend que les éruptions seront moins fréquentes et moins intenses ayant à traverser de la photosphère, des couches atmosphériques de plus grande épaisseur.

MÉTÉOROLOGIE. — *W. H. Hobbs.* — **Les expéditions au Groendland de l'Université de Michigan.**

L'expédition 1927-1928 avait pour but principal d'établir des stations météorologiques et aérologiques d'observations continues. La station principale a été installée à 393 m. d'altitude. Cet endroit est situé sous le cercle arctique et près de la base principale de l'expédition, à l'ouverture du Söndre Strömfjord à 180 km. de la mer et à 33 km. du bord du glacier. La nouvelle station météorologique est en pleine activité depuis le 20 juillet 1927. Elle paraît être dominée presque uniformément par l'anticyclone glacial, vents du quadrant Est (descendant du glacier), généralement au-dessus de 100 m., où ils sont remplacés par les vents d'Ouest.

THERMODYNAMIQUE. — *E. Mathias, C. A. Crommelin* et *Garfit-Watts.* — **Le diamètre rectiligne de l'acétylène.**

Les déviations du diamètre ne sont pas aussi petites que pour l'hydrogène et le néon, car elles dépassent quelque fois 1 p. 100. Cependant l'acétylène obéit sensiblement à la loi du diamètre rectiligne. Les déviations ont le caractère absolument systématique qui ont été déjà rencontrées dans d'autres substances, par exemple l'argon et l'acide carbonique, c'est-à-dire que le diamètre est légèrement concave vers l'axe des températures au voisinage du point critique et légèrement convexe, au contraire, aux températures les plus basses.

CAPILLARITÉ. — *G. Friedel.* — **Sur les formes que prend la myéline au contact de l'eau.**

Cette Note est consacrée à la discussion des interprétations de M. Nageotte, relatives à certaines formations myéliniques qu'il a considérées comme étant les sphères creuses emboîtées et que M. Friedel considère comme gouttes plates à gradins, type connu dans les corps sinectiques.

OPTIQUE. — *O. Jasse* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur une nouvelle méthode interférentielle de mesure des indices de liquides.**

La méthode consiste à comparer les longueurs optiques de deux épaisseurs égales, l'une prise dans le liquide à étudier, l'autre dans l'air, méthode qui permet de connaître l'indice sans aucune donnée préliminaire. Elle est susceptible d'une grande précision et offre, en outre, l'avantage de ne nécessiter qu'une très petite quantité de matière.

— *G. Simon* (prés. par M. A. Cotton). — **Emploi du spectroscope dans le réglage des franges de superposition.**

Lorsqu'on reçoit sur la fente d'un spectroscope un faisceau parallèle de lumière blanche qui a traversé deux lames de Perot et Fabry, on observe des cannelures rectilignes, très nettes lorsque la différence des épaisseurs est de l'ordre de 100μ. L'auteur a étudié les modifications que le réglage des lames apporte aux cannelures et indique un moyen d'approcher de la superposition exacte, moyen que présente l'avantage de renseigner, par l'aspect des cannelures, sur le signe de la différence entre les deux épaisseurs comparées. Il suffit quand on a amené les cannelures à être suffisamment espacées, de remplacer le spectroscope par une lunette pour observer les anneaux.

SPECTROSCOPIE. — *G. Vaudet* (prés. par M. A. Cotton). — **Spectres d'étincelles du chlore et du brome dans la région de Schumann.**

Cette étude a été faite dans le but de prolonger les listes publiées par MM. L. et E. Bloch, listes qui s'arrêtent aux radiations de longueur d'onde 2.250 ängströms environ. Deux tableaux indiquent les raies d'étincelle du chlore et du brome entre les longueurs d'ondes 2.250 Å et 1.300 Å.

— *J. Rossignol* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Spectroscopie**

de l'étincelle du mercure produite dans un circuit oscillant en haute fréquence et en régime entretenu.

Les spectres obtenus ont été, en général, des spectres d'arc assez complets. Quand la fréquence des oscillations diminue, apparaissent des raies d'étincelle du premier ordre. Certaines raies d'arc n'apparaissent que pour une fréquence oscillante correspondant à une longueur d'onde plus élevée.

RADIOACTIVITÉ. — *S. Rosenblum* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur les pouvoirs de ralentissement par atome, relatifs aux rayons α.**

L'auteur indique une formule définissant une grandeur qu'il appelle rapport des « pouvoirs de ralentissement ». La notion du « pouvoir de ralentissement » est à rapprocher de celle du « pouvoir d'arrêt » déduite de la courbe d'ionisation de Bragg. La formule n'étant pas rigoureusement valable pour les grands ralentissements, on peut prévoir un certain décalage entre les rapports des pouvoirs de ralentissement et ceux des pouvoirs d'arrêt pour différents éléments.

— *C. Chamié* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur le phénomène de groupements d'atomes de radioéléments.**

Continuant ses recherches sur l'existence de groupements d'atomes de radioéléments, l'auteur a observé qu'avec une solution ammoniacale de polonium, ou une solution aqueuse de ce corps, on obtenait les mêmes groupements que dans les expériences analogues faites avec les solutions acides.

Si dans une goutte de mercure, activé au polonium, on introduit de l'argent, celui-ci n'apporte aucun changement à la répartition du polonium.

Les expériences effectuées ont permis de mettre en évidence un nouveau phénomène d'après lequel les atomes des radioéléments peuvent être associés en groupements ponctuels dans les milieux divers et sous des conditions variées.

PHOTOCHIMIE. — *A. Seyewetz* et *D. Mounier* (transm. par M. Grignard). — **Action de la lumière sur les matières colorantes nitrées.**

Les matières colorantes nitrées exposées à la lumière solaire ou aux rayons ultra-violets ne se décolorent pas comme les autres colorants, mais brunissent, ainsi, du reste, que les composés nitrés non colorants. Les recherches effectuées par les auteurs ont mis en évidence une action réductrice de la lumière. Les réducteurs agissent somme sensibilisateurs alors que les oxydants se comportent comme des stabilisateurs.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Ch. Quillard* (prés. par M. J Breton). — **Méthode de différenciation des alliages d'aluminium basée sur l'emploi des indicateurs du pH.**

Les diverses particularités de l'aluminium industriel et de ses alliages peuvent être décelées par la modification que subit le pH de l'eau bidistillée ou d'un électrolyte fort dans lequel on immerge des éprouvettes du métal étudié. La méthode indiquée par M. Quillard permet de mettre en évidence d'une façon manifeste les points d'attaque que présentent divers échantillons et même de distinguer certaines différences dans le mode d'attaque. Ces points se manifestent d'abord au sein du liquide par la formation de zones très colorées au contact de certaines parties du métal, alors que le restant du liquide a conservé la coloration de la solution témoin.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Ch. Prévost* (prés. par M. Ch. Moureu). — **La transposition allylique et le mécanisme de l'éthérification.**

L'auteur a exposé récemment (*C. R.* 185, 1927, p. 132), une théorie de la transposition allylique. Dans cette nouvelle Note il étudie l'ensemble des réactions monomoléculaires et des réactions bimoléculaires, réversibles ou non.

— *Urion* prés. par M. Ch. Moureu). — **Préparation de l'heptadiine 1.5 et de l'octadiine 2.6.**

Ces nouveaux carbures ont été préparés en faisant agir le sulfate diméthylique sur le dérivé dimagnésien mixte du bipropargyle, qui réagit, d'après M. Lespiau, en partie par ses deux extrémités, en partie par une seule, en sorte qu'on obtient à la fois l'héptadiine 1.5, qui bout à 26°-27° sous 30 mm. et l'octadiine 2.6, qui bout à 62° sous 19 mm. et à 55° sous 13 mm.

CHIMIE AGRICOLE. — *J. Dumont* et *B. Ganossis* (prés. par M. Sabatier). — **Sur la défloculation et la plasmolyse des enduits terreux.**

Les carbonates de sodium et d'ammonium font rapidement obstacle à l'écoulement de l'eau ; ils déplacent celle qui existe normalement du fait de la saturation préalable des terres, puis exercent leur action déplasmolysante sur les enduits en restreignant les dimensions des espaces lacunaires intragrumeleux au point de les rendre capillaires. Avec le carbonate sodique, tout écoulement cesse après un jour, mais beaucoup plus lentement avec le carbonate ammoniacal. Le carbonate de potassium ralentit l'infiltration du troisième au quatrième jour, et l'accélère ensuite. Le chlorure de calcium appliqué sur la terre imperméabilisée par le carbonate sodique, rétablit rapidement la perméabilité.

L. Franchet.

(*A suivre*).

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Sir Ernest Rutherford a été élu Associé étranger, en remplacement de M. Walcott, décédé.

M. Joseph Auclair a été élu Correspondant pour la Section de Mécanique en remplacement de M. Torres Quevedo, élu Associé étranger.

— *Prix et subventions attribués en* 1927 :

Prix Bordin (3.000 fr.) : Question mise au concours : *Perfectionner sur un point important, la dynamique des systèmes non holonomes.* Aucun mémoire n'ayant été déposé, le prix n'est pas décerné et la question est retirée du concours.

Prix Francœur (1.000 fr.) : M. G. Cerf, Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.

Prix Montyon, de Mécanique (700 fr.) : M. Dimitri Sensaud de Lavaud, ingénieur.

Prix Poncelet (200 fr.) : M. Henri Villat, correspondant de l'Académie Professeur à la Facutlé des Sciences de Paris.

Prix Boileau (1.300 fr.) : Reporté à l'année 1928.

Prix Lalande (540 fr.) : M. Vincent Nechville, Astronome tchécoslovaque détaché à l'Observatoire de Paris.

Prix Valz (460 fr.) : M. Lucien d'Azambuja, Astronome à l'Observatoire de Meudon.

Prix de Pontécoulant (700 fr.) : M. Emile Paloque, Astronome à l'Observatoire de Toulouse.

Prix Gay (1.500 fr.) : M. Henri Humbert, Chef des Travaux de botanique à la Faculté des Sciences d'Alger.

Prix Tchihatchef (3.000 fr.) : MM. Jean Delacour et Pierre Jabouille, correspondants du Muséum National d'Histoire naturelle.

Prix de six mille francs : M. A. Courtier (2.500 fr.), Ingénieur en Chef de la Marine. — M. P. Changeux (2.500 fr.), Capitaine de frégate. — M. L. Davaux (1.000 francs), Professeur à l'Ecole d'Application du Génie Maritime.

Prix Plumey (4.000 fr.). — M. Et. Hugé (2.000), Ingénieur du Génie Maritime. — M. Marcel Gautier (2.000 fr.), Ingénieur en Chef du Génie Maritime

Prix Gaston Planté (3.000 fr.) : M. Gabriel Foëx, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Strasbourg.

Prix Hébert (1.000 fr.) : M. Pierre Sève, Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Prix Henri de Parville (1.500 fr.). — M. Paul Girault, Ingénieur à la Compagnie Thomson-Houston.

Prix Hughes (2.500 fr.) : M. Georges Reboul, Professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier.

Prix Pierson-Perrin 5.000 fr.) : M. Fernand Holweck, Préparateur à l'Institut du radium.

Fondation Clément-Félix (2.500 fr.) : M. Alexandre Dauvillier, Ingénieur-chimiste.

Prix Montyon, Arts insalubres (4.000 fr.) : M. Emile Kohn-Abrest (2.500 fr.), Directeur du laboratoire de toxicologie de la Préfecture de Police. — M. Edmond Rolants (mention honorable de 1.500 fr.), Chef de service à l'Institut Pasteur de Lille.

Prix Jecker (10.000 fr.) ; M. Georges Chavanne (5.000 francs), Professeur à l'Université libre de Bruxelles. — M. André Kling (5.000 fr.), Directeur du Laboratoire municipal de Paris.

Fondation Cahours (3.000 fr.) : M. Clément Duval, Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris.

Prix Houzeau (700 fr.) : M. Augustin Damiens, Agrégé à la Faculté de Pharmacie.

Prix Cuvier (1.500 fr.) : M. Emile Argand, Professeur de Géologie, à l'Université de Neufchâtel.

Prix Delesse (2.400 fr.) : M. Charles Jacob, Professeur à l'Université de Toulouse.

Prix Victor Raulin (1.500 fr.) : M. Fernand Daguin, Assistant au Laboratoire de Géologie de Montpellier.

Prix Joseph Labbé (1.000 fr.) : M. André Bernay, Ingénieur en Chef des Mines.

Prix Desmazières (1.600 fr.) : M. V. Likhité, Lecturer in Botany au Fergusson College de Poona.

Prix Montagne (1.500 fr.) : A. Davy de Virville.

Prix Jean Thoré (200 fr.) : Le prix n'a pas été décerné.

Prix de Coincy (900 fr.) : M. Pierre Bugnon, Maître de Conférences adjoint à la Faculté des Sciences de Caen.

Prix Rufz de Lavison (500 fr.) : M. Lucien Plantefol, Préparateur au Collège de France.

Prix Da Gama Machado (1.200 fr.) : M. Henri Neuville, Sous-Directeur du Laboratoire d'anatomie comparée au Muséum National d'Histoire Naturelle.

Prix Savigny (1.500 fr.). — M. Maurice Langeron, Chef de laboratoire à la Faculté de Médecine.

Prix Montyon, Médecine et Chirurgie, (12.000 fr.) : M. Raoul Bensaude (2.500 fr.), Médecin-chef de service à l'Hôpital Saint-Antoine. — M. H. Carré (2.500 fr), Directeur-adjoint du laboratoire national de recherches des services vétérinaires — M. C. Levaditi (2.500 fr.), Chef de Service à l'Institut Pasteur. — MM. J. Barotte, A Urbain, (1500 fr.). — M. J. Verge (1500 fr.). — M. Chr. Zœller (1.500 fr.). — M E. Frache (citation). — M. G. Lesbouyres (citation).

Prix Barbier (2.000 fr.) : M. André Léri, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

Prix Bréant (5.000 fr.) : MM. Ch. Dopter, Directeur du Val de Grâce et P. Vezeaux de Lavergne, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Nancy.

Prix Godard (1.000 fr.) : M. René Herpin.

Prix Chaussier (10.000 fr.) : MM. Edmond et Etienne Sergent, de l'Institut Pasteur d'Algérie.

Prix Mége (10.000 fr.) : M. Félix Ramond, Médecin à l'Hôpital Saint-Antoine.

Prix Bellion (1.400 fr.) : M. Jean Rieux, ancien Professeur au Val de Grâce. — M. G. Ichok, Professeur à l'Ecole des Hautes Etudes Sociales..

Prix Larrey (750 fr.) : MM. Jean Jacquemart, Médecin major de 1re classe et Ch. Clavelin, Professeur agrégé du Val de Grâce.

Prix Argut (1.200 fr.) : M. A.-C. Guillaume, ancien Chef de clinique.

Prix Montyon, Physiologie, (750 fr.) : Louis Merklen, Préparateur à la Faculté de Médecine de Nancy.

Prix Pouret (1.000 fr.) : Antoine Magnan, Directeur à l'Ecole des Hautes Etudes.

Prix Philipeaux (900 fr.) : Mlle Eudoxie Bachrach, Préparateur à la Faculté de médecine. — M. Jacot (mention honorable).

Prix Fanny Emden (3.000 fr.) : Le prix n'a pas été décerné.

Prix Montyon, Statistique (2.000 fr.) : J. Gérard.

Prix Binoux (2.000 fr.) : M. H. Daudin, Chargé de Cours à la Faculté des Lettres de Bordeaux.

Prix Henri de Parville (3.000 fr.) : M. F. Monpillard (2.000 fr.). — Mme V. Allorge-Gatin (1.000 fr.)

Médailles Berthelot : MM. E. Kohn-Abrest, Cl. Duval et Aug. Damiens.

Prix fondé par l'Etat (3.000 fr.) : M. Georges Bohn, Maître de Conférences adjoint à la Sorbonne.

Prix Alhumbert (1.000 fr.) : M. Longchambon, professeur à la Faculté de Montpellier.

Prix Lallemand (1.800 fr.) : M. André Lwoff, Assistant à l'Institut Pasteur.

Prix Manjean (2.000 fr.) : M. R. Sabouraud, Directeur du Laboratoire municipal à l'Hôpital Saint-Louis.

Prix Petit d'Ormoy, Mathématiques, (10.000 fr.) : M. Vessiot, Professeur à la Sorbonne, Directeur de l'Ecole normale supérieure.

Prix Petit d'Ormoy, Sciences Naturelles, (10.000 fr.) : M. L. Cuénot, Correspondant de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

Prix Le Conte (50.000 fr.) : Dr Alexandre Yersin, Correspondant de l'Académie.

Prix Parkin (3.400 fr.) : M. et Mme J. Tréfouel.

Prix Saintour (3.000 fr.) : M. St. Zaremba, Professeur à l'Université de Cracovie.

Prix Longchampt (4.000 fr.) : M. A. Liot (2.000 fr.). — M. Macheboeuf (2.000 fr.), Assistant à la Faculté des Sciences.

Prix Wilde (4.000 fr.) : M. J. Duclaux, Chef de laboratoire à l'Institut Pasteur.

Prix Gustave Roux (1.000 fr.) : M. J. Fromaget, géologue du Service géologique de l'Indo-Chine.

Prix Thorlet (1.600 fr.) : M. A. Richard.

Fondation Lannelongue (2.000 fr.). — Arrérages partagés entre Mmes Cusco et Rück.

Prix Hélène Helbronner : Mme Franz Schrader.

Prix Laplace (Œuvres de Laplace) : M. Marcel Alliot.

Prix L. E. Rivot (2.500 fr.) ; Partagé entre MM. Alliot et Ligouzat (chacun 750 fr.); Chéradame et Feyrabend (chacun 500 fr.).

Prix Trémout (1.000 fr.) : M. Jobelot, Météorologiste à l'Observatoire Montsouris..

Prix Gegner (4.000 fr.) : M. F. Dumont, Professeur agrégé à l'Université.

Prix Hirn (2.500 fr.) : M. R. Fabre, Professeur agrégé à la Faculté de Pharmacie de Paris.

Prix Henri Becquerel (3.000 fr.) : M. Louis de Broglie.

Fondation Loutreuil (125.000 fr.) : M. Bois, (4.000 fr.). M. Chabanaud, 6.000 fr. — M Charles Moureu, 3.000 fr. — Observatoire de Paris, 4.000 fr. — Journal des Observateurs, 3.000 fr. — Bibliothèque de l'Ecole Polytechnique, 15.000 fr. — Bibliothèque de l'Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, 11.000 fr. — Bibliothèque de l'Ecole nationale vétérinaire de Lyon, 5.000 fr. — M. J. Basset, 1.000 fr. — M. Marcel Petit, 3.000 fr. — M. Ch. Voitellier, 2.000 fr. — M. Emilio Damour, 5.000 fr. — M. Norbert Casteret, 3.000 fr. — Section de Magnétisme terrestre du Comité français de Géodésie et Géophysique, 6.000 francs. — M. G. Delépine, 5.000 fr. — Ecole supérieure d'aéronautique et de construction mécanique, 5.000 francs. — Ecole technique de Photographie et de Cinématographie, 6.000 fr. — M. G. Fayet, 5.000 fr. — Fédération française des Sociétés des Sciences naturelles, 5.000 francs. — Musée d'histologie de l'hôpital Saint-Louis, 10.000 fr. — M. E. Passemard, 6.000 fr. — M. P Pallary, 2.000 fr. — M. l'abbé Teilhard de Chardin, 10.000 fr.

Fonds Charles Bouchard (5.000 fr.) : M. G. Rappin, Directeur de l'Institut Pasteur de Nantes.

Prix Pierre Lafite (?) : M. H. Abraham, Professeur à la Faculté des Sciences.

Fondation Roy-Vaucouloux (?) : Dr A. Borrel, Professeur à la Faculté de Médecine de Strasbourg.

Office national des recherches scientifiques industrielles et des inventions. — M. J. Breton, membre de l'Institut, Directeur de l'Office national, est nommé Président de la Commission supérieure des inventions.

M. Chaumat, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, est nommé Secrétaire général et M. le Lieutenant-Colonel Pous, secrétaire général-adjoint de la dite Commission.

Bibliothèque du Congrès à Washington. — M. John D. Rockefeller, a fait don de 700.000 dollars à la Bibliothèque du Congrès, somme dont la plus grande partie sera employée à l'acquisition de documents concernant l'Histoire américaine. Le bibliothécaire, M. H. Putnam a l'intention de consacrer 450.000 dollars aux recherches, et le reliquat à l'agrandissement de la bibliothèque, particulièrement à celui des services d'informations pour les autres bibliothèques du pays.

La bibliothèque a reçu, en outre, deux dons de 400.000 dollars chacun de MM. J. Pennell et A. M. Hutington et deux dons de collections de MM. J. B. Thatchev et Hany Houdini.

Enfin, les acquisitions nouvelles de la bibliothèque se font au rythme quotidien de 373 livres, 41 œuvres musicales, 131 lithographies et plus de 1.000 journaux et revues. Le nombre de volumes imprimés est actuellement de 6.000.000.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — M. Denizot a soutenu, le 22 décembre 1927 une thèse pour le doctorat ès-science naturelle sur le sujet suivant : « *Les formations continentales de la région orléanaise.* »

Ecole normale supérieure et bourses de licence. — *Concours de* 1928. — Les programmes de mathématiques, de physique et de chimie du concours, en ce qui concerne le groupe de la section des sciences, seront les mêmes que ceux du concours de 1927 pour l'admission de l'Ecole polytechnique.

Les programmes de physique, de chimie, de zoologie et de botanique du groupe III de la section des sciences seront les mêmes que ceux qui ont été fixés par l'arrêté du 20 février 1907 pour l'obtention du Certificat d'études physiques, chimiques et naturelles.

Le programme de géologie, pour ce même groupe d'épreuves, sera le suivant :

Caractères morphologiques des continents et des mers. — Définition des phénomènes géologiaques.

Formation des sédiments. — Caractères généraux des roches sédimentaires. — Fossiles.

Déformation de l'écorce terrestre. Fractures. Plissements. Groupements de ces accidents.

Phénomènes volcaniques. Différents types d'éruptions et d'appareils volcaniques.

Principales roches éruptives.

La formation du modelé terrestre. — Désagrégation. Actions éoliennes. Action des eaux courantes de surface. Les eaux souterraines. — Les glaciers. — Terme final de l'érosion : pénéplaines. — Déplacement des lignes de rivage : transgressions et régressions.

Les schisates cristallins. Hypothèses sur leur origine : différentes sortes de métamorphisme. — Les séries dites antécambriennes.

Caractères paléontologiques généraux des trois ères primaire, secondaire et tertiaire.

Ere primaire. — Principaux types d'invertébrés : graptolites, céphalopodes, brachiopodes, trilobites. — Poissons, batraciens, premiers reptiles. — La flore houillère.

Ere secondaire. — Rudistes. Céphalopodes. — Reptiles. — Premiers oiseaux. — Apparition des anglospermes.

Ere tertiaire. — Grands foraminifères. — Principaux groupes de mammifères. Exemples d'évolution : équidés, proboscidiens.

Aperçu sur la carte géologique de l'Europe, en insistant spécialement sur la France. Chaînes de montagnes successives. Massif hercyniens. Bassins secondaires et tertiaires. Chaînes alpines.

L'ère primaire en Europe. — Distribution générale des affleurements, leurs caractères. — Formation de la houille.

L'ère secondaire en Europe. — Trias germanique. — La jurassique et le crétacé : les faciès ; les récifs coralliens ; les formations à rudistes ; la craie.

L'ère tertiaire en France, en considérant les trois bassins de Paris, d'Aquitaine et du Rhône.

Période quaternaire. Extensions glaciaires. Formation des terrasses. L'homme fossile.

N. B. — Ce programme doit être interprété comme correspondant à un enseignement d'une vingtaine de leçons d'une heure.

Ecole supérieure nationale des Mines. — 1° *Concours d'admission pour les élèves titulaires français.* — Le Concours s'ouvrira à Paris le mardi 22 mai 1928.

Les candidats doivent avoir dix-sept ans au moins le 1er janvier 1928 et moins de vingt ans à la même date.

Aucune condition d'aptitude physique n'est exigée des candidats, sous réserve qu'ils puissent effectuer toutes les épreuves du concours.

Le maximum d'admissions à prononcer à la suite du concours de 1928 est fixé à cinquante.

Le concours aura lieu dans les conditions fixées par l'arrêté du 18 janvier 1911, modifié par les arrêtés des 7 février et 26 décembre 1921.

Le programme des connaissances exigées pour le concours d'admission à l'école nationale supérieure des mines de Paris, en 1928, sera le même que celui du con-

cours d'admission à l'école polytechnique pour la même année.

Il sera accordé des majorations de points aux candidats pourvus de diplômes de baccalauréat avec la mention « latin », « latin-grec » ou « philosophie », dans les conditions prévues par l'arrêté du 26 décembre 1921.

Les demandes de participation au concours de 1928 doivent être adressées sur papier timbré, avant le 1er avril 1928, au directeur de l'école des mines (60, boulevard Saint-Michel, Paris, 6e) et être accompagnées des pièces suivantes :

1° Une copie authentique de l'acte de naissance des candidats et, pour les Alsaciens-Lorrains, les pièces justifiant de leur réintégration dans la nationalité française;

2° Pour les candidats de la classe de 1928, un certificat de position militaire indiquant notamment si le candidat a obtenu le sursis d'incorporation pour continuation d'études prévu par la loi de recrutement;

3° Une déclaration du candidat indiquant la langue obligatoire choisie par lui et, le cas échéant, la langue facultative supplémentaire sur laquelle il désire être interrogé.

L'inscription des candidats ne sera définitive qu'après qu'ils auront versé entre les mains du comptable de l'école ou lui auront envoyé par mandat-poste ou chèque postal (Paris-11422) la somme de 80 fr. (plus 25 centimes de timbre) représentant les droits d'examen fixés par le décret du 21 décembre 1926.

Les candidats seront informés individuellement des lieu, dates et heures des compositions écrites, ainsi que du commencement des examens oraux, par la lettre leur accusant réception du versement des droits d'inscription.

Les candidats bacheliers avec la mention « latin », « latin-grec » ou « philosophie » devront présenter leurs diplômes ou des pièces en tenant lieu, au secrétariat de l'école, au plus tard pendant l'exécution des compositions écrites (22 à 26 mai).

Il est rappelé aux candidats que la durée des études est de trois années, au cours desquelles les élèves titulaires sont tenus d'acquitter un droit annuel de scolarité de 2.400 fr. Le dégrèvement total ou partiel des droits de scolarité ne peut être accordé par le conseil de l'école qu'aux élèves dont l'insuffisance de ressources justifie cette mesure, et cela, à titre de prêt remboursable, dans les conditions prévues par le décret du 18 décembre 1922.

2° *Concours d'admission pour les élèves titulaires étrangers.* — Le Concours s'ouvrira également à Paris le 22 mai 1928. Le nombre maximum des places mises au concours est fixé à dix.

Le programme, les conditions d'inscription et l'exécution des épreuves pour les candidats étrangers sont les mêmes, à l'exception des langues vivantes, que pour les candidats français; toutefois, les candidats étrangers doivent avoir dix-sept ans au moins au 1er janvier 1928, mais ne sont soumis à aucune limite d'âge supérieure.

Les candidats étrangers doivent adresser leur demande de participation au concours au représentant à Paris de la nation à laquelle ils appartiennent. Ce dernier transmet la demande, s'il l'agrée, au ministère des Affaires étrangères, qui la fait parvenir au ministre des travaux publics un mois avant l'ouverture du concours (soit le 22 avril au plus tard pour le concours de 1928).

Il est rappelé que les élèves titulaires étrangers acquittent les mêmes droits de scolarité que les élèves français, sans pouvoir bénéficier des dégrèvements.

Ecole Polytechnique. — Le nombre des élèves à admettre en 1928, est provisoirement fixé à 200. Cet effectif pourra être complété par 50 admissions supplémentaires, dans des conditions qui seront fixées avant la date du concours.

Ecole Centrale des Arts et Manufactures. — Sont nommés membres du conseil pour une période expirant en décembre 1933 : MM. Gaston Bazile, André Baudet, Dellorge, Alfred Thiriez, Charles Biver, Paul Roger et Ernest Dalbouze, Ingénieurs des Arts et Manufactures.

— *Concours d'admission pour la Session de* 1928 (1re *et* 2e *partie*) : Les épreuves de l'écrit auront lieu :

1° Aux dates suivantes :

A la seconde partie : les 19, 20, 21, 22 et 23 juin;

A la première partie : les 26, 27, 28, 29 et 30 juin;

2° Et dans les centres suivants : Paris, Alger, Bordeaux, Lille, Lyon, Montpellier, Nancy, Nantes, Toulouse.

Les demandes d'inscription doivent parvenir à la direction de l'école, 1, rue Montgolfier, à Paris (3e), avant le 1er avril 1928.

Tableau de concordance entre les centres de l'écrit et les résidences des candidats (pour tout candidat présenté par un établissement d'enseignement, on adoptera comme résidence celle de cet établissement) :

Paris : Aisne, Aube, Calvados, Cher, Eure, Eure-et-Loir, Indre, Loir-et-Cher, Loiret, Manche, Marne, Nièvre, Oise, Orne, Seine, Seine-et-Marne, Seine-et-Oise, Seine-Inférieure, Yonne.

Alger : Alger (département d'), Constantine (département de), Oran (département d'), Tunisie.

Bordeaux : Charente, Charente-Inférieure, Dordogne, Gironde, Haute-Vienne, Landes.

Lille : Nord, Pas-de-Calais, Somme, Belgique

Lyon : Ain, Allier, Ardèche, Basses-Alpes, Côte-d'Or, Creuse, Doubs, Drôme, Haute-Loire, Haute-Savoie, Hautes-Alpes, Isère, Jura, Loire, Puy-de-Dôme, Rhône, Saône-et-Loire, Savoie.

Montpellier : Alpes-Maritimes, Bouches-du-Rhône, Corse, Gard, Hérault, Lozère, Pyrénées-Orientales, Var, Vaucluse.

Nancy : Ardennes, Bas-Rhin, Belfort (territoire de), Haut-Rhin, Haute-Marne, Haute-Saône, Meurthe-et-Moselle, Meuse, Moselle, Vosges.

Nantes : Côtes-du-Nord, Deux-Sèvres, Finistère, Ille-et-Vilaine, Indre-et-Loire, Loire-Inférieure, Maine-et-Loire, Mayenne, Morbihan, Sarthe, Vendée, Vienne.

Toulouse : Ariège, Aude, Aveyron, Basses-Pyrénées, Cantal, Corrèze, Gers, Haute-Garonne, Hautes-Pyrénées, Lot, Lot-et-Garonne, Tarn, Tarn-et-Garonne.

— Le Directeur de l'Ecole centrale est autorisé à accepter la donation faite par Mme Henriette-Emilie Deutsch de 6.000 francs de rente française.

Les arrérages seront attribués sous la dénomination de « Bourse Henri Goldet » à un élève de première année choisi par le Conseil de l'Ecole sur la proposition du Directeur. Cet élève devra s'être fait remarquer par ses qualités morales, son travail et ses aptitudes aux études supérieures qu'il poursuit. Il devra appartenir à une famille peu fortunée et dont la situation serait susceptible de l'empêcher de continuer ses études.

Université de Bordeaux. — *Faculté des Sciences.* — M. Fallot, Doyen honoraire, est nommé Professeur honoraire.

Université de Caen. — *Faculté des Sciences.* — M. Dubois, Agrégé des Sciences physiques est nommé Maître de Conférences de physique, en remplacement de M. Villey.

Université de Montpellier. — *Faculté des Sciences.* — M. Humbert, Professeur, est nommé assesseur du Doyen.

Ecoles préparatoires de Médecine et de Pharmacie. — *Dijon.* — Un concours s'ouvrira le lundi 22 octobre 1928 devant la Faculté de Médecine de Lyon pour un emploi de

Professeur suppléant des chaires de pathologie, clinique chirurgicale et clinique obstétricale à l'Ecole préparatoire de Dijon. Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

— *Rouen*. — M. Halipré, Professeur, est nommé Directeur de l'Ecole préparatoire pour trois ans à partir du 1er décembre 1927. L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Acoustique. Cordes et Membranes, par H. Bouasse. Un vol. in-8°. (*Bibliothèque scientifique de l'Ingénieur et du physicien*. In 8° de 506 pages avec 216 figures. Delagrave, éditeur, Paris, 1926. — Prix : 60 francs.

En Acoustique, on appelle corde tout corps flexible dont les dimensions transversales sont petites par rapport à la dimension longitudinale; elle diffère de la verge par sa flexibilité. Les membranes sont des lames minces, d'épaisseur uniforme, parfaitement flexibles, tendues sur un contour rigide. Le rapprochement des cordes et des membranes est imposé par la forme de l'équation aux dérivées partielles qui régit leurs petits mouvements.

Ceci a conduit M. Bouasse à leur consacrer un ouvrage de sa bibliothèque où, comme toujours, l'étude théorique des phénomènes, aussi simplifiée que possible, voisine avec l'exposé des applications et avec des données précises sur les procédés techniques qui s'y rattachent. C'est ainsi qu'un chapitre d'introduction est consacré à la fabrication des cordes et des fils. Trois autres donnent des renseignements très intéressants sur les instruments à archet, sur les instruments à corde frappée et sur les instruments de percussion à peau tendue. Dans un chapitre très curieux sur la musique des Grecs, M. Bouasse redresse quelques opinions qu'on admet généralement, par la force de l'habitude, sans même songer à les contrôler : « En pratique, la musique grecque devait différer très peu de nos chants liturgiques. Les Grecs étaient des enfants qui, pour la plupart, raisonnaient comme des enfants; ils emploient les mêmes mots dans des sens multiples qui hurlent de se voir accouplés. Il est absurde de leur prêter nos besoins modernes de précision. Nous leur attribuons des idées qu'ils ne soupçonnaient pas; nous confondons leurs *élucubrations théoriques* avec la *pratique de leur art*. En musique nous nous trouvons devant un gâchis théorique dont rien ne peut donner l'idée; nous nous exténuons à l'interpréter dans nos idées modernes; ... puis nous nous butons sur une lyre à *sept* cordes, peu sonore, impossible à accorder d'une manière stable. »

Bref, l'ouvrage satisfait parfaitement à la devise qu'a adoptée M. Bouasse pour sa collection. « Beaucoup de Science, mais en vue des Applications. » A. Bc.

Affectivité et intelligence. *Etude psycho-pathologique*, par le Dr Louis Pagès, licencié en philosophie et docteur ès-lettres, médecin-chef de l'Asile d'Aliénés d'Albi. In-8° de 205 pages. Alcan, éditeur, Paris. Prix : 12 fr.

« Si le jugement n'est pas la seule cause du phénomène affectif, il en est cependant une condition essentielle » : telle est la thèse qu'on s'efforce de démontrer ici par trois voies différentes :

1° Rien dans la psychologie des déments et des dégénérés n'autorise à considérer l'affectivité comme essentiellement distincte de l'intelligence : l'une et l'autre sont toujours atteintes simultanément.

2° L'étude des dépersonnalisés montre que l'affectivité persiste chez eux, quoique altérée; sa persistance ne peut s'expliquer que par celle « d'une synthèse mentale capable de constituer un moi »; plus généralement il n'y a pas d'état émotif possible sans un acte de connaissance, sans jugement d'attribution de la conscience personnelle.

3° Il s'ensuit qu'on ne peut admettre, malgré Rauh et Ribot, l'existence de sentiments inconscients, et que rien ne prouve qu'il y ait une vie affective réelle chez les êtres privés d'intelligence, animaux ou enfants en bas-âge. L'auteur n'hésite pas à pousser sa thèse jusque là, c'est-à-dire à rééditer Descartes et son automatisme des bêtes. D'aucuns hésiteront sans doute à le suivre.

La 2e partie du livre, qui en est la principale et la plus originale, renferme des observations inédites d'un grand intérêt.

R. T.

De l'habitude, par Félix Ravaisson. Nouvelle édition précédée d'une introduction par Jean Baruzi. In-16 de XXXV-62 pages. Félix Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

Excellente réédition de ce précieux petit livre que psychologues et philosophes souffraient de n'avoir point sous la main pour s'y reporter ou le méditer à loisir. Ils y seront aidés par l'intéressante notice de M. Baruzi, qui a pu consulter des manuscrits inédits de l'auteur, et éclaircir ainsi certains points obscurs de sa biographie intellectuelle, notamment la question de ses rapports avec Schelling et avec Maine de Biran.

R. T.

Traitement thermique de l'acier et ses essais, par Georges Tranche, Ingénieur A. et M.-E.C.P. In-16 de 239 pages avec 122 figures et VIII planches. Desforges, Girardot et Cie. éditeurs à Paris.

Le traitement thermique de l'acier et ses essais ont déjà fait l'objet de nombreuses publications. Il faut cependant savoir gré à l'auteur, bon théoricien et praticien éméri[illegible], d'avoir rédigé sur cette importante question, un précis bien ordonné où l'on trouve, sur l'élaboration du métal, mais surtout sur les essais mécaniques, la métallographie, le recuit, la trempe et le revenu, ainsi que sur les emplois des aciers, des notions exactes et précises.

Convient-il de reprocher à l'auteur le développement, qui peut paraître excessif, consacré aux essais de différentes natures? Ce serait méconnaître le rôle important du Laboratoire dans les progrès de la métallurgie. Tout au plus pourrait-on regretter que quelques lignes seulement soient réservées à une texture aussi remarquable cependant que la texture sorbitique, dont les applications d'ores et déjà notables, tendent à se développer pour la fabrication des rails et des bandages de roues.

Cela n'empêche pas ce petit livre d'être un ouvrage précieux pour tous ceux qui s'intéressent aux traitements thermiques des aciers. Edmond Marcotte.

Le Gérant : M. Hédan.

Imp. P. et A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 2 — 66e ANNÉE — 28 JANVIER 1928

LA VIE ET L'ŒUVRE SCIENTIFIQUE D'AUGUSTIN FRESNEL[1]

par M. Ch. FABRY,

Membre de l'Institut, Directeur de l'Institut d'Optique.

Le 14 juillet 1827, il y a presque exactement cent ans, est mort l'un des plus grands physiciens de tous les temps, Augustin Fresnel. La Société Française de Physique, gardienne de sa mémoire et de sa tradition, a voulu que cet anniversaire fût solennellement célébré; elle m'a fait l'honneur de me demander d'exposer ici ce que fut sa vie, si simple et si courte, ce que fut son œuvre scientifique.

Cette œuvre, d'une belle unité mais aussi d'une admirable largeur, se résume ainsi : il a fondé, presque dans sa forme actuelle, la science de l'Optique; se développant suivant l'impulsion qu'il avait donnée, cette science s'est singulièrement élargie; nous devons à Fresnel d'avoir compris, d'avoir pu mettre à sa place l'immense domaine des radiations qui n'est pas seulement l'agent de nos sensations visuelles, mais dont la Physique moderne fait un des éléments essentiels de l'Univers.

Fig. 18 — Fresnel

*
* *

Pour comprendre cette œuvre, il faut la situer dans le temps, en rappelant ce qu'était, à son époque, la science que Fresnel allait révolutionner. L'Optique, au début du dix-neuvième siècle, était loin d'être une science neuve ; à son histoire se rattachent les plus grands noms de la Science de tous les temps. Elle présente ceci de particulier, cette histoire, qu'à plusieurs époques on a pu croire que l'Optique était une science finie, où le dernier mot avait été dit, ou presque. Chaque fois, la découverte de faits nouveaux, le renversement ou l'élargissement des théories admises, venaient rappeler que la Science n'est jamais finie.

Cette impression qu'une science est terminée s'est produite bien des fois, dans diverses bran-

(1) Conférence faite dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne le 27 octobre 1927, à la cérémonie organisée par la Société française de Physique à l'occasion du centième anniversaire de la mort d'Augustin Fresnel.

ches du savoir humain ; elle a eu souvent pour cause une explosion de découvertes faites par un homme de génie ou par un petit groupe d'hommes, en un temps si court que les esprits moyens avaient de la peine à suivre et avaient l'inconscient désir de reprendre haleine, de s'habituer aux choses inattendues qui venaient de leur être révélées. Comme éblouis par ces vérités nouvelles, ils ne pouvaient voir ce qui était au-delà. Parfois un siècle entier n'a pas suffi à produire cette accoutumance.

Ce fut le cas en Optique à la suite des mémorables découvertes de Newton. Tout le dix-huitième siècle fut comme figé dans l'admiration de cette œuvre magnifique ; ceux qui se sentaient capables d'y ajouter quelque chose ne la faisaient qu'en s'excusant. C'est, par exemple, ce que fait Bouguer, le fondateur de la Photométrie. Dans son « essai d'optique sur la gradation de la lumière », publié en 1729, il commence par rappeler les découvertes de Newton, et ajoute : « Il peut sembler qu'après ces vastes spéculations, il ne doit plus rien rester à découvrir dans cette matière ; cependant, il doit manquer encore à l'optique une partie, qui aurait pour objet la force ou la vivacité de la lumière... » Bouguer pense certainement qu'après cela, il ne restera plus rien à découvrir. La suite devait démontrer que l'œuvre de Newton était la base, non le couronnement, de la science de la lumière.

Quant à l'explication des quelques phénomènes dont on connaissait déjà les lois, quant à la théorie de la lumière, il y avait accord presque unanime pour admettre la théorie de l'émission que l'on abritait, peut-être un peu abusivement sous l'autorité de Newton. Je dis « un peu abusivement » car, s'il est probable que le grand physicien britannique avait un penchant pour cette théorie, s'il rejetait la « théorie des ondes » encore rudimentaire et sujette à de grandes objections non encore résolues, son œuvre est vraiment indépendante de toute théorie. La première phrase de la traduction française de son Optique, publiée en 1787 par M... (nous savons que sous cette initiale se cache Jean-Paul Marat, plus tard « l'ami du peuple »), débute ainsi : « Mon dessein n'est pas d'expliquer les propriétés de la lumière par des hyothèses ; je me borne à les énoncer pour les prouver ensuite par le raisonnement appuyé sur l'expérience. » Et l'auteur tient sa parole. C'est seulement dans la dernière partie, intitulée « questions », qu'il discute les théories de la lumière. Il est cependant visible que, sous la prudente forme interrogative, il condamne la théorie des ondes, mais les raisons qu'il donne, appliquées à l'embryon de théorie connu de son temps, sont en effet irréfutables. A cette théorie, il manquait trois choses essentielles : la notion de vibration périodique, l'explication de la propagation rectiligne, et l'idée des vibrations transversales. Les trois difficultés soulevées par Newton sont justement celles que Fresnel devait réoudre après les brillants aperçus de Thomas Young.

Comme il arrive souvent, les disciples furent beaucoup moins prudents que le maître ; pendant tout le dix-huitième siècle, la théorie de l'émission fut un des articles de foi de ce qu'on appelait la Physique newtonienne. Ce fut derrière l'autorité de Newton, qui probablement les eût désavoués en présence des faits nouveaux, que s'abritaient les adversaires de Thomas Young, d'Arago, de Fresnel.

Cependant, de loin en loin, une voix s'élève pour rappeler que la théorie de l'émission se heurte à bien des difficultés, ou pour montrer que l'optique n'est pas une science finie. La première édition de l'Optique de Newton était de 1675 ; presque à la même époque, l'illustre physicien hollandais Huygens, qui résidait alors à Paris, où il était une des gloires de notre naissante Académie des Sciences, écrit son admirable « Traité de la lumière » où il pose les premières bases de la théorie des ondes. A vrai dire, l'idée n'était pas nouvelle ; sous une forme très vague, elle faisait partie de ce fonds inépuisable transmis par les philosophes grecs. Descartes avait bien parlé de quelque chose qui ressemblait à cette théorie, mais, il faut bien le dire, sous une forme très obscure. Pour la première fois, Huygens tire de cette théorie non plus des explications purement verbales, mais des conséquences concrètes et vérifiables. D'abord, il explique la réfraction, et affirme que la lumière doit se propager plus vite dans l'air que dans le verre ou dans l'eau, conséquence vérifiée par Foucault deux siècles plus tard. Ensuite, il donne les lois, que l'expérience vérifie, de l'étrange double réfraction que subit la lumière en pénétrant dans un morceau de « cristal d'Islande », phénomène qui avait été signalé par le médecin danois Erasme Bartholin. C'est à propos de cette étude que Huygens rencontre pour la première fois ce qu'on a appelé depuis un rayon de lumière polarisée, c'est-à-dire tel que les propriétés ne sont pas les mêmes dans les différents plans qui le contiennent. Il a bien senti toute l'importance en même temps que l'étrangeté de ce « merveilleux phénomène » (c'est ainsi qu'il le décrit), mais il est obligé de renoncer à en donner une explication, et il conclut ainsi : « Pour dire comment cela se fait, je n'ai rien trouvé qui me satisfasse. » Il avait bien vu que ce qu'il avait observé était incompatible avec sa théorie des ondes où le mouvement était transmis par pressions ou par déplacements longitudinaux, suivant le rayon lumineux. Newton, dans les éditions ultérieures de son livre, invoque avec raison le phénomène découvert par Huygens comme un des arguments contre la théorie même du grand physicien hollandais.

L'œuvre de Huygens resta presque ignorée pendant le dix-huitième siècle ; rien ne fut ajouté aux découvertes qu'il avait faites.

***

Cependant, des progrès techniques, prélude nécessaire à des découvertes, viennent étendre le champ de l'Optique et renouveler l'intérêt, qui s'éloigne toujours d'une science figée. Bouguer fonde la Photométrie. Un peu plus tard, une longue discussion s'engage sur le perfectionnement des lunettes et la réalisation de l'objectif achromatique, dont la possibilité avait été niée par Newton ; les plus grands mathématiciens de l'époque, Euler, Clairaut, d'Alembert, y prennent part ; Dollond y met fin en construisant la première lentille achromatique. Le microscope se perfectionne, et révèle tout un monde inconnu. En France, une vive curiosité s'éveille pour les cristaux naturels, même chez les gens du monde, simplement parce que ce sont des objets rares et beaux ; c'est souvent parmi les épaves des belles collections du dix-huitième siècle, échouées dans les boîtes des brocanteurs des quais, que Malus, Arago, Biot, trouveront les échantillons de quartz, de spath d'Islande ou de topaze nécessaires à leurs expériences. L'abbé Rochon fonde, dans les dernières années de l'ancien régime, le premier « Institut d'Optique » consacré au perfectionnement technique de l'Optique ; le nouvel établissement ne résiste pas à la tourmente révolutionnaire ; Rochon n'en continue pas moins ses recherches, en particulier sur la taille des cristaux et, dans un but pratique, il construit ces premiers « prismes biréfringents » en quartz, dont l'emploi revient constamment dans les recherches du commencement du dix-neuvième siècle. Un peu plus tard, Biot allait découvrir les propriétés de la tourmaline, et ainsi se fonde la technique de la polarisation, sans laquelle toute recherche d'optique est impossible, et qui est si familière aux physiciens de nos jours qu'ils pourraient croire qu'elle a toujours existé.

***

Des moyens nouveaux devaient amener des découvertes nouvelles. Aussi, le dix-neuvième siècle s'ouvre-t-il par une avalanche de faits inattendus. Malus, en 1808, découvre la polarisation de la lumière par réflexion ; c'est à ce propos qu'il introduit le nom et la notion de « lumière polarisée » ; cette découverte attire de nouveau l'attention sur le « phénomène merveilleux » qui avait tant intrigué Huygens. En très peu de temps, on s'aperçoit que la lumière polarisée est un phénomène très fréquent : la lumière réfléchie sur une eau calme ou sur un corps poli quelconque, celle qui nous vient du ciel bleu, celle qui a traversé certains cristaux, présente cette singulière dissymétrie. Le nom de polarisation devient familier à tous ceux qui s'occupent d'optique. Arago découvre les belles colorations auxquelles donnent lieu les lames cristallisées en lumière polarisée, puis les phénomènes que donnent les lames de quartz taillées perpendiculairement à l'axe du cristal. Biot étudie les lois expérimentales de ces phénomènes, puis découvre les colorations qu'donnent certains liquides, comme les dissolutions de sucre.

***

En présence de cette masse de faits nouveaux, l'attitude des théoriciens est curieuse à observer. En France, la plupart des savants de premier plan, Laplace, Biot, Poisson, beaucoup plus newtoniens que Newton, s'accrochent désespérément à la théorie de l'émission ; l'explication de chaque phénomène nouveau les oblige à douer les particules lumineuses de quelque propriété nouvelle ; ils ne désespèrent pas de surmonter toutes les difficultés et d'arriver à modeler l'Optique sur la Mécanique Céleste, que Laplace avait portée à un si haut degré de perfection. La théorie des ondes était encore trop imparfaites pour se prêter à leurs calculs, et cela seul suffisait à les en détourner. Cependant, sans qu'ils y prissent garde, la théorie des ondes venait de recevoir des perfectionnements fondamentaux de la part d'un savant anglais, Thomas Young.

C'est une belle et curieuse figure que celle de Thomas Young, l'un des esprits les plus vastes que l'espèce humaine ait produits. D'une extraordinaire précocité (on prétend qu'il savait lire à deux ans), il se rend maître sans peine de toutes les connaissances humaines et, ce qui est plus remarquable, apporte dans toutes des vues originales et profondes. Tout en exerçant la médecine, on le voit donner une théorie nouvelle de la vision des couleurs et faire des découvertes importantes sur le mécanisme de l'accomodation de l'œil, émettre, avant Champollion, les premières idées justes sur le déchiffrement des hiéroglyphes, publier de savantes recherches sur la physiologie du cœur et des artères, sur la théorie mathématique des courbes épicycloïdales, avant de s'occuper de mécanique céleste et de devenir directeur du « Nautical Almanac ». Un de ses aphorismes favoris était, dit-on, celui-ci : « ce qu'un homme fait, un autre peut le faire » ; et cela était probablement vrai, à la condition que cet autre fut précisément Thomas Young. Partout, il sema des idées ; il fallut toute une génération d'hommes pour les faire fructifier. Il resta toute sa vie en relations amicales avec les savants français, qui l'estimaient à sa juste valeur (il reçut de l'Académie des Sciences la plus haut marque d'estime qu'elle pût donner, le titre d'associé étranger), mais qui, cependant, voyaient bien ce qui lui manquait.

Comme physicien, il lui manquait l'habitude de pousser jusqu'au bout, par des calculs rigoureux, les conséquences de ses idées, et cette habitude était, au contraire, la caractéristique de nos savants, formés par une solide instruction mathématique. Ce n'est pas sans raison que Laplace, tout en l'admirant beaucoup, lui reprochait de n'avoir jamais bien compris la différence qu'il y a entre un simple aperçu et une véritable démonstration.

C'est cependant à Young que revient incontestablement l'honneur d'avoir définitivement introduit la notion de périodicité dans la théorie des ondulations, d'avoir montré qu'en optique, comme en acoustique, des perturbations périodiques peuvent se détruire, d'avoir donné l'explication correcte des couleurs des lames minces dont Newton avait fait une magistrale étude expérimentale, enfin d'avoir aperçu la nécessité des vibrations transversales pour expliquer les phénomènes de polarisation. Mais, dans tout cela, comme dit Laplace, il y avait plus d'aperçus que de véritables démonstrations ; une grande partie de l'Optique moderne était en germe dans les écrits de Thomas Young, publiés entre 1801 et 1807, mais il n'y avait rien de définitif. Il allait falloir le génie de Fresnel, complémentaire en quelque sorte de celui de Young, pour rendre tout cela définitif.

***

Augustin Fresnel (1), était, tant du côté paternel que par sa mère, de bonne et ancienne famille bourgeoise de Normandie. Son père, Jacques Fresnel, était architecte, et était né à Mathieu, village des environs de Caen; il était lui-même fils d'un architecte du même pays, qui s'était fait connaître, au milieu du dix-huitième siècle, par des ouvrages sur des questions d'utilité publique. En 1784, Jacques Fresnel fut appelé à Broglie, dans l'actuel département de l'Eure, pour diriger des réparations au château ; il y rencontra la famille Mérimée, et l'année suivante, épousa Augustine Mérimée. La mère d'Augustin Fresnel fut une femme d'une grande intelligence et d'une admirable bonté, qui sut communiquer à ses fils son haut sentiment du devoir. Sa famille a produit plusieurs hommes de talent ; son père, François Mérimée, fut avocat au Parlement de Rouen, écrivit un « Traité de fiefs et droits féodaux de Normandie », et plus tard fut choisi par le maréchal duc de Broglie comme régisseur de son domaine ; ses fonctions au château, où il habitait un pavillon séparé, expliquent facilement la rencontre de sa famille avec l'architecte Jacques Fresnel. Un frère d'Augustine Mérimée, Léonor Mérimée, fut un peintre de talent et un administrateur habile ; il fut maître de dessin à l'Ecole Polytechnique, dirigea pendant de longues années notre école des Beaux-Arts, et eut comme fils (cousin germain du grand physicien Fresnel) Prosper Mérimée, écrivain, peut-être un peu oublié, mais qui connut des heures de véritable célébrité.

La famille immédiate d'Augustin Fresnel comprenait quatre fils, dont trois furent élèves à l'École Polytechnique. L'aîné, Louis, y entra en 1803, en sortit comme officier d'artillerie et fut tué pendant les guerres d'Espagne, en 1809. Augustin et Léonor y entrèrent, l'un en 1804, l'autre en 1808 ; tous deux furent ingénieurs des Ponts et Chaussées; Léonor fut le collaborateur de son frère au Service des Phares et lui succéda dans la direction de ce service après la mort prématurée de son aîné. Le plus jeune, Fulgence, devint un orientaliste et un archéologue distingué, fut correspondant de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, remplit les fonctions d'agent consulaire de France dans divers pays d'Orient, et mourut à Bagdad en 1855.

Augustin Fresnel, né en 1788, passa son enfance au milieu de la tourmente révolutionnaire. Son père avait accepté, en 1790, de diriger la reconstruction d'un fort près de Cherbourg ; mais bientôt, les travaux furent interrompus, et Jacques Fresnel, qui avait déjà trois enfants, se réfugia avec sa famille dans son village natal de Mathieu, où il possédait une modeste propriété ; il y resta jusqu'à sa mort, en 1805. C'est dans ce milieu familial et isolé qu'Augustin Fresnel passa son enfance. Il était d'une santé très délicate et ses premières études furent loin d'être brillantes. A peine savait-il lire à huit ans, et l'étude des premiers éléments du latin lui coûta de pénibles efforts. « Sa mémoire, dit l'un de ceux qui l'ont connu, semblait se refuser à apprendre des mots et son esprit, avide dès l'en-

(1) Sur la vie et la famille de Fresnel, j'ai consulté les ouvrages suivants :

Dulbau, ingénieur des Ponts et Chaussées. Notice sur A. Fresnel, Paris, Imprimerie de MM. Huzard-Courcier, rue du Jardinet Saint-André, n° 12, 1827. (Brochure de 16 pages, existant aux archives de l'Académie des Sciences, dossier Fresnel).

Arago. Fresnel. Biographie lue en séance publique de l'Académie des Sciences, le 26 juillet 1830. Œuvres complètes de François Arago, tome I, 1854.

M. A. Marc, régent au Collège de Vire. Notice sur A. J. Fresnel. Caen, chez A. Hardel, rue froide 2, 1845. (Brochure de 23 pages, existant à la bibliothèque de l'Ecole Polytechnique, sous le numéro X3 b 119).

Verdet. Introduction aux œuvres d'Augustin Fresnel, *in* Œuvres complètes d'Augustin Fresnel, Paris, Imprimerie impériale. 1867.

G. Pinet. Léonor Mérimée (1757-1836). Paris, librairie ancienne Honoré Champion, éditeur, 5, Quai Malaquais, 1913. (Ouvrages de 138 pages existant à la bibliothèque de l'Ecole Polytechnique sous le numéro 1^{1} a 244).

fance, de connaissances positives, semblait rebelle à l'enseignement classique. »

Ce n'est que beaucoup plus tard, après sa sortie de l'Ecole Polytechnique, que son esprit s'ouvrit aux beautés littéraires, qu'il devint, par exemple, un fervent admirateur de Pascal, non seulement géomètre, mais aussi écrivain, et que même il se laissa aller à écrire quelques vers, que d'ailleurs il se garda bien de montrer aux gens.

Mais, si le sens littéraire se développa, chez lui, tardivement, le sens de l'observation et de l'expérience fut, au contraire, d'une extraordinaire précocité. Même dans ses jeux, il semble avoir montré les qualités d'un grand physicien. Dès l'âge de neuf ans, il aurait, disent ses biographes, fait une étude expérimentale très méthodique des bois propres à la fabrication des arcs, et porté à un haut degré de perfection la construction de petits canons en bois de sureau, si bien que ses parents furent obligés d'interdire ces jeux devenus dangereux. Habiles dans les arts du dessin, ses frères et lui découvrirent la manière de faire des médailles en argile, avec les méthodes pour les faire cuire sans les briser. Un ami de leurs parents, en visite à Mathieu,, aurait dit, en partant : « Voilà des enfants qui ne sont pas comme les autres. » En 1801, les deux aînés, Louis et Augustin, celui-ci âgé de treize ans, quittèrent la campagne pour aller continuer leurs études à l'école centrale de Caen, une des écoles fondées par la Convention dans chaque département, fondation d'où est sorti tout notre enseignement secondaire. Fresnel continua à y être un médiocre humaniste, mais il eut la chance d'y trouver un excellent professeur de mathématiques, et il se mit, dans cette science, immédiatement à la tête de sa classe. En 1804, à seize ans, il fut admis à l'Ecole Polytechnique, dix-septième sur une promotion de 130 ; son frère Louis y était encore élève de seconde année. Il continua à être un élève inégal, mais se montra remarquable en mathématiques, dont l'enseignement, avec des hommes comme Monge, Prony, Poisson, Legendre, devait être de premier ordre. De son passage à l'Ecole, date sa première publication ; à un problème de géométrie sur les sections planes d'un ellipsoïde, posé par Legendre, il trouva une solution élégante, qui fut publiée dans la « Correspondance sur l'Ecole Polytechnique », que dirigeait Hachette, l'un des professeurs de géométrie. On ne peut s'empêcher de rapprocher ce premier travail d'élève des élégantes définitions de la surface de l'onde dans les cristaux, données plus tard par Fresnel, définitions qui utilisent justement les sections planes d'un ellipsoïde. Quant à l'enseignement de la Physique, il était à peu près nul ; Fresnel acheva ses études avec, sur cette science, des notions rudimentaires. Sorti dans les Ponts et Chaussées, Fresnel, après ses années d'école d'application, est d'abord envoyé en Vendée pour des constructions de routes, puis, en 1812, dans la Drôme, à Nyons, où l'on prolongeait la route qui traverse le col du Mont Génèvre. Il s'acquitte de ses devoirs avec la plus scrupuleuse exactitude, bien que ses occupations, consistant surtout en besogne administrative et en surveillance des deniers de l'Etat, fussent tout à fait en dehors de ses aptitudes. Un peu plus tard, dans une lettre à son oncle, il écrit : « Je ne trouve rien de si pénible que d'avoir à mener des hommes, et j'avoue que je n'y entends rien du tout. » Aussi, cherche-t-il dès ses premières années de vie active, à se délasser par des recherches scientifiques. Sans livres et sans laboratoire, il entreprend quelques recherches sur des questions de chimie ; en 1811, il communique à son oncle Léonor Mérimée, qui habitait Paris, et que ses fonctions de professeur de dessin à l'Ecole Polytechnique mettaient en relations avec la plupart des savants franais, un procédé pour fabriquer la soude en partant du sel marin. Nous ne connaissons ce procédé que par des fragments de lettres, d'où l'on peut seulement conclure que l'on y employait de l'ammoniaque, que la réaction donnait lieu à du chlorure d'ammonium, et que pour l'imaginer, Fresnel avait eu besoin de posséder des tables de solubilité de divers sels ; ces indications font irrésistiblement penser au procédé Solvay, qui, beaucoup plus tard, devait révolutionner l'industrie chimique.

C'est vers 1814, alors qu'il était à Nyons, que Fresnel commence à réfléchir aux questions de Physique. Il faut avouer que son ignorance était extrême. La doctrine de la matérialité du « calorique » et de la lumière lui avait été enseignée comme une vérité incontestable ; en y réfléchissant, Fresnel aperçoit un monde de difficultés ; il s'en ouvre à son frère et à son oncle en leur demandant de lui envoyer quelques livres ; ces demandes témoignent à la fois d'un vif désir de s'instruire et d'une complète ignorance des découvertes récentes. C'est ainsi que dans une lettre à son frère Léonor, il dit : « J'ai vu dans le *Moniteur*, il y a quelques mois, que Biot avait lu à l'Institut un mémoire fort intéressant sur la polarisation de la lumière. J'ai beau me casser la tête, je ne devine pas ce que c'est. » Naturellement, les travaux de Young, publiés en anglais, lui étaient complètement inconnus.

*
* *

Cependant, les graves événements de 1815 allaient jeter le trouble dans l'existence de Fresnel et lui donner, par un singulier hasard, la possibilité d'entrer en contact personnel avec le monde scientifique.

Esprit libéral, épris à la fois d'ordre et de

liberté, profondément pacifique, Fresnel, comme beaucoup de ses camarades de l'Ecole Polytechnique, détestait le régime napoléonien.

Après 1814, il mit son espoir, pour le relèvement du pays, dans une monarchie libérale qui lui paraissait le seul régime alors possible. Le retour de l'île d'Elbe lui parut (c'est Arago qui le dit) comme « une attaque contre la civilisation » ; il crut de son devoir, en dépit de son état de santé toujours précaire, de quitter Nyons, et d'aller se joindre à la petite armée que le duc d'Angoulême réunissait dans le Midi pour essayer de s'opposer à la marche de Napoléon sur Paris. Déjà malade, Fresnel fut obligé de rentrer à Nyons presque mourant ; il fut mal accueilli par la population, fut destitué et placé sous la surveillance de la haute police. Il faut dire d'ailleurs que cette mesure fut exécutée sans rigueur par le gouvernement impérial; Fresnel fut autorisé à quitter Nyons pour aller se retirer à Mathieu, où sa mère, veuve depuis déjà dix ans, habitait encore ; il lui fut même permis de passer par Paris et d'y résider quelque temps.

Ce court séjour à Paris fut pour Fresnel le véritable début de sa carrière scientifique ; il put lire quelques mémoires, et se mettre en relations avec quelques-uns des hommes du milieu scientifique de Paris, en particulier avec Arago, qui devint son protecteur, son collaborateur et son ami.

A peine plus âgé que Fresnel, son ancien d'un an à l'Ecole Polytechnique, Arago, déjà à cette époque, jouissait d'une grande influence et d'une grande notoriété. Ce fut une belle et généreuse intelligence, capable de tout comprendre et de s'intéresser à tout, d'une activité dévorante, ardent dans ses amitiés comme dans ses antipathies, prêt à défendre ses amis dans toutes les circonstances, et toujours prêt aussi à pourfendre ses ennemis. Remarquable professeur, vulgarisateur de premier ordre, grand orateur, il eut une influence énorme sur tous les auditoires qu'il aborda. Un moment homme politique (il fut député sous Louis-Philippe, ministre de la Guerre et de la Marine en 1848), il sut conserver une grande influence sous tous les régimes, même sous ceux qu'il n'aimait pas, et cela, non pas en les flattant, mais parce qu'on jugeait plus prudent de ne pas l'avoir comme adversaire déclaré. Arago devina tout de suite le génie de Fresnel, l'aida à se documenter, parfois collabora directement avec lui, le défendit dans toutes les occasions, enfin s'employa de son mieux pour que son métier d'ingénieur, son gagne-pain, loin d'entraver sa carrière scientifique, pût se combiner avec elle. Un des plus grands services qu'Arago ait rendu à la science est de lui avoir conservé Fresnel.

Ce fut pendant sa retraite au village de Mathieu, en 1815, que Fresnel commença à voir une réponse à cette question qui le préoccupait depuis un an : qu'est-ce que la lumière? Ne sachant rien des idées de Thomas Young, il retrouve par lui-même (et probablement il valait mieux qu'il en fût ainsi) les principes énoncés par l'illustre savant anglais. Tout de suite, il s'attaque au problème le plus simple en apparence et en même temps le plus difficile dans la théorie des ondes, le problème des ombres et de la propagation rectiligne de la lumière. Il voit immédiatement que la théorie de l'émission, si elle explique bien *en gros* la propagation rectiligne (un corps opaque protégeant de la lumière à peu près comme un parapluie protège contre la pluie), cette théorie est incapable d'expliquer les particularités curieuses des phénomènes de diffraction, que Newton avait dû se borner à décrire. Mais, d'autre part, si la théorie des ondes exprime la réalité des choses, comment ces ondes sont-elles incapables de contourner un obstacle, ce que font sans peine les ondes sonores ou les rides d'une surface liquide ? Fresnel aperçoit immédiatement que la clé du mystère doit être cherchée dans l'étude, à la fois expérimentale et théorique, des effets de diffraction ; pour expliquer pourquoi la lumière se propage en ligne droite, il faut savoir jusqu'à quel point cette loi est vraie.

Dans le village où il commence à expérimenter, Fresnel ne dispose d'aucun appareil ; heureusement, il peut y suppléer avec la même ingéniosité et presque avec les mêmes moyens que dans ses jeux d'enfants. Avec du carton et des fils, il fait un micromètre qui lui permet de mesurer, avec une précision très satisfaisante, la position des franges de diffraction. Il lui faut une lentille de court foyer pour réunir en un point les rayons du soleil ; une goutte de miel placée sur un trou percé dans une mince feuille métallique la lui donne à peu de frais. Le serrurier du village lui construit quelques supports. Avec ce matériel rudimentaire, il arrive à observer et à mesurer les franges qui bordent l'ombre d'un corps opaque, et à en trouver les lois expérimentales. Deux mémoires envoyés à l'Académie des Sciences à la fin de 1815, furent le fruit de ces premières recherches ; il y retrouve le principe des interférences énoncé par Young, et s'en sert pour expliquer, d'une manière encore imparfaite, les phénomènes observés. Chemin faisant, il retrouve la théorie des couleurs de lames minces. Le second de ces mémoires contient la théorie des couleurs données par les surfaces striées, grossièrement réalisées sur certains objets naturels et que Fraunhofer devait, dix ans plus tard, produire avec une remarquable perfection sous la forme de *réseaux* artificiels.

Après la chute définitive du régime napoléonien, Fresnel avait été réintégré dans le corps des Ponts et Chaussées. Sur l'intervention pressante d'Arago, il fut autorisé à

passer à Paris une partie de l'année 1816 ; à la fin de cette même année, il dut rejoindre son poste, à Rennes, où il était chargé de la surveillance d'un des « ateliers de charité » que l'administration des travaux publics avait organisés pour atténuer les souffrances produites par la disette. Ce séjour, qui ne laissa pas à Fresnel de bons souvenirs, ne dura pas longtemps ; au printemps de 1818, il fut pourvu d'un poste à Paris, d'abord au service du Canal de l'Ourcq, puis dans celui du cadastre de la Ville de Paris.

***

Cependant, les premiers mémoires de Fresnel avaient attiré l'attention des milieux scientifiques français sur l'important problème de la propagation de la lumière, et soulevé de vives discussions. Les défenseurs de la théorie de l'émission n'avaient pas renoncé à l'espoir d'appliquer les inflexions apparentes de la lumière au voisinage d'un obstacle par des attractions ou des répulsions exercées sur les particules lumineuses par les corps opaques. Une circonstance très heureuse vint inciter Fresnel à s'occuper de la question d'une manière plus approfondie qu'il ne l'avait fait dans ses premiers essais. L'Académie des Sciences avait « à mettre au concours », d'une manière périodique, des questions choisies par elle, et à décerner un prix à l'auteur, théoriquement inconnu de ses juges, du meilleur mémoire sur la question proposée. Cette procédure un peu scolaire devait, au moins une fois, provoquer l'éclosion d'un chef-d'œuvre. Le 17 mars 1817, l'Académie des Sciences décida de mettre au concours, pour le grand prix des sciences mathématiques, l'étude expérimentale et théorique des phénomène de diffraction. A lire le programme, on devine qu'il avait été rédigé par un partisan convaincu de la théorie de l'émission ; le problème est cependant posé d'une manière rationnelle, en demandant aux concurrents d'étudier d'abord le phénomène « par des expériences précises » ; et l'énoncé ajoute : « Conclure de ces expériences, par des inductions mathématiques, les mouvements des rayons dans leur passage près des corps ». Le concours devait être jugé par une commission composée de Laplace, Biot, Poisson, Arago et Gay-Lussac.

Sur les instances d'Arago et d'Ampère, Fresnel se décida à concourir ; ce fut l'occasion pour lui d'écrire son célèbre « mémoire sur la diffraction ». A vrai dire, il ne suit que de très loin le programme étroitement limité du concours ; il élargit considérablement ce programme, et sous le couvert de la question particulière qui est posée, il fait une étude critique des diverses théories, et une étude approfondie de la propagation de la lumière. Cette fois, il n'ignore plus les travaux de Thomas Young, il lui rend pleine justice, mais va beaucoup au-delà du point où s'était arrêté son devancier. C'est dans ce mémoire qu'est décrite la célèbre expérience des « miroirs de Fresnel », une de celles qui sont toujours citées comme preuve de la destruction réciproque des vibrations lumineuses ; suivant une formule célèbre d'Arago, il en résulte que « de la lumière ajoutée à de la lumière peut produire de l'obscurité ». C'est aussi dans ce mémoire que sont données les formules définitives qui rendent compte, dans tous leurs détails, des franges qui bordent l'ombre d'un corps. Ces formules contiennent les célèbres « intégrales de Fresnel », dont le calcul était assez pénible ; on est frappé de la précision avec laquelle les franges sont représentées par ces formules, où tout est déduit des principes sans introduction d'aucun terme empirique.

La commission comprenait une majorité d'adversaires déclarés des idées de Fresnel ; mais Arago était de force à les défendre. L'étude du mémoire de Fresnel y donna lieu à de vives discussions, et à des incidents dont l'un a été raconté par Arago. Poisson, grand mathématicien, remarqua que les intégrales d'où l'auteur faisait dépendre le calcul des intensités de la lumière diffractée, pouvaient s'évaluer exactement pour le centre de l'ombre d'un disque circulaire opaque éclairé par un point lumineux; on trouvait un maximum de lumière au centre de l'ombre circulaire. Poisson présenta cette conséquence paradoxale comme une condamnation des idées exposées dans le mémoire soumis au jugement de l'Académie. Fresnel, prévenu par Arago, fit l'expérience ; le résultat fut rigoureusement conforme à celui du calcul de Poisson. Finalement, un vote unanime accorda le prix à Fresnel, et son mémoire fut imprimé dans les publications de l'Académie des Sciences, non sans quelque retard.

***

Ce célèbre mémoire avait été terminé en 1818; mais déjà à cette époque, Fresnel avait obtenu de très importants résultats sur d'autres points de la théorie des ondes. Il y était arrivé en réfléchissant aux propriétés de la lumière polarisée (dont, peu d'années avant, il ignorait l'existence) et à la théorie des couleurs des lames minces cristallisées, qui, alors dans leur nouveauté, étaient un sujet d'admiration et d'étonnement pour tous les physiciens. Avec beaucoup de méthode, Biot en avait dégagé les lois ; quant à l'édification d'une théorie, on peut dire qu'il avait complètement échoué. Prenant toujours pour guide la théorie de l'émission, il était obligé d'édifier un échafaudage d'hypothèses, introduisant une nouvelle propriété des « molécules lumineuses » pour expliquer chaque fait nou-

veau. L'une des plus simples parmi ces hypothèses est la suivante : « Les molécules lumineuses sont des polyèdres, où l'on doit remarquer à la fois l'axe de polarisation, qui est un axe de symétrie, et un autre axe perpendiculaire sur le précédent, dont une extrémité est attirée, et l'autre repoussée par les corps réfringents. »

Young, comme toujours, avait apporté les aperçus d'un homme de génie. Le plus important est celui-ci : les couleurs des lames cristallisées sont dues à des phénomènes d'interférences entre les deux onde en lesquelles tout corps biréfringent divise l'onde incidente. Cela résulte pour lui d'observations très simples : la succession des couleurs est la même que celle des interférences ; pour employer le langage moderne, la « différence de marche » qui produit une teinte donnée est la même dans les deux cas. Et cependant, on peut dire que la théorie de tous les phénomènes où intervient la polarisation restait à faire. Comment un rayon lumineux peut-il ne pas avoir la symétrie de révolution par rapport à lui-même ? Pourquoi, en vue d'obtenir les couleurs des lames cristallines, est-il nécessaire que la lumière traverse un polariseur avant et un autre après la lame de cristal ? Pourquoi la lumière naturelle ne donne-t-elle pas de couleurs ? Il semble bien que l'idée des vibrations transversales se soit présentée à l'esprit de Thomas Young ; mais on peut dire que, cette fois, cet esprit hardi n'osa pas aller jusqu'au bout de sa pensée.

Dès le début de ses réflexions, dès son séjour à Paris, en 1816, Fresnel aperçoit cette conséquence des faits connus : deux rayons polarisés à angle droit sont incapables d'interférer, c'est-à-dire ne peuvent se détruire réciproquement. Ses idées se précisent si rapidement que même ses amis, même les confidents de ses pensées, ont peine à le suivre. Arago ne se laisse convaincre qu'après une série d'expériences admirables qu'il fait avec Fresnel et que les deux physiciens publient en commun. Les conclusions de ce mémoire célèbre restent classiques, sous la forme même où les auteurs les ont présentées. Les particularités des lames cristallines sont ainsi ramenées à des lois plus générales, mais le lien avec une théorie, aussi bien avec la théorie des ondes qu'avec celle de l'émission, manquait toujours. L'idée de la vibration transversale était si en dehors des idées reçues que personne n'osait la présenter.

Il semble que ce fut le timide Ampère qui eut la hardiesse d'attirer l'attention sur cette conséquence, qui nous paraît évidende, des faits connus ; tant que l'on s'en tient aux vibrations longitudinales, plus ou moins analogues à celles d'un véritable fluïde, on ne peut expliquer ni même concevoir les propriétés de la lumière polarisée ; au contraire, tout s'éclaire si l'on admet que les vibrations lumineuses sont transversales, c'est-à-dire perpendiculaires à la direction de la propagation. Pour nous rendre compte de la difficulté qu'il y avait alors à adopter cette idée, il fait rappeler qu'Arago, qui n'était pas cependant un esprit timoré, considéra toujours les ondes transversales comme une impossibilité, et qu'il fallut à Fresnel plusieurs années de méditations et l'évidence répétée d'expériences de plus en plus nombreuses pour l'adopter complètement et sans réserves. Ce n'est qu'en 1821 que l'idée des vibrations complètement et uniquement transversales, aussi bien pour la lumière naturelle que pour la lumière polarisée, s'impose définitivement à son esprit. A partir de ce moment, l'œuvre de Fresnel, qui déjà touche à sa fin, se développe avec une extraordinaire rapidité. La théorie des couleurs de lames cristallisées devient évidente ; elle est développée dans une mémoire envoyé à l'Académie des Sciences en 1821. Les rotations du plan de polarisation dans le quartz et dans divers liquides, ces dernières découvertes par Biot, sont ramenées à une inégalité de vitesse de propagation des vibrations circulaires droites et gauches. En 1823, il achève son célèbre « mémoire sur les lois des modifications que la réflexion imprime à la lumière polarisée ». Il y arrive aux formules, devenues classiques, qui représentent l'intensité de la lumière réfléchie ou transmise par une surface transparente, et donne l'explication de tous les faits alors connus.

*
* *

Et ce n'est pas tout. Pendant cette courte période de deux ans, Fresnel avait renouvelé nos connaissances sur la propagation de la lumière dans les cristaux. Au moment où il commence à s'occuper de cette question, il y avait déjà un nombre considérable de faits connus, mais non classés. Depuis Huygens, on connaissait les propriétés biréfringentes du spath d'Islande et du quartz, et l'on savait s'en servir. Les découvertes d'Arago et de Biot avaient donné un moyen très délicat pour découvrir ces propriétés ; on s'aperçut bien vite qu'elles étaient très générales, qu'elles existaient dans presque tous les corps cristallisés, qu'on les trouvait dans le verre comprimé ou brusquement refroidi, et même dans un grand nombre d'objets organiques naturels. Huygens avait appris à distinguer, dans le spath d'Islande, un « rayon ordinaire » réfracté suivant les lois habituelles de la réfraction, et un « rayon extraordinaire » réfracté suivant les lois plus compliquées qu'il avait découvertes ; par une généralisation hâtive et complètement inexacte on croyait cette notion générale et applicable à tous les cas.

Fresnel aborde la question en 1821; successivement il montre, par des expériences sim-

ples et directes, que le verre comprimé dédouble la lumière, comme le fait un cristal, ensuite que dans les « cristaux à deux axes » aucun des rayons ne suit la loi ordinaire. Dans ces cristaux il n'y a pas de « rayon ordinaire ». Revenant alors à la méthode qui avait si bien réussi à Huygens dans le cas du spath d'Islande, il cherche quelle est la « surface de l'onde » dans le cas le plus général ; par une divination d'une extraordinaire hardiesse, il en trouve la définition géométrique ; c'est une surface du quatrième degré, dont il donne l'équation, dont il a à peine le temps d'étudier les remarquables propriétés. Toute une génération de géomètres s'applique à cette tâche relativement facile ; toutes les conséquences qu'ils déduisent de cette étude, même les plus bizarres, trouvent plus tard leur confirmation expérimentale.

Le mémoire où Fresnel expose ses résultats fut présenté à l'Académie des sciences en 1822. Laplace, qui s'était toujours montré l'adversaire des idées défendues par Fresnel, qui n'avait jamais renoncé à l'espoir de construire l'optique sur le modèle de la mécanique céleste au moyen de forces exercées sur les « particules lumineuses », Laplace ne put s'empêcher d'admirer la beauté géométrique des résultats de Fresnel ; il prit la parole pour féliciter l'auteur du mémoire et proclamer l'importance exceptionnelle du travail dont on venait de rendre compte. L'année suivante, en 1823, Fresnel était élu membre de l'Académie des Sciences à l'unanimité des suffrages, circonstance, si je ne me trompe, extrêmement rare dans nos annales académiques. Un an plus tard, en 1824, la Société Royale de Londres l'inscrivait parmi ses associés.

***

C'est à peu près à cette époque que s'arrête l'activité scientifique de Fresnel. Si l'on songe que ces recherches n'ont commencé effectivement qu'en 1816, qu'elles ont été poursuivies sans interrompre ses occupations professionnelles, qu'à partir de 1819 il était attaché au Service des Phares, où il avait à la fois d'importants devoirs professionnels et un véritable rôle de créateur, qu'il sut, pendant cette courte période, révolutionner à la fois l'Optique théorique et l'une de ses importantes applications, on reste vraiment saisi d'admiration. Cette admiration est encore augmentée si l'on songe que ce puissant esprit était associé à un corps débile et qu'il lui fallut des prodiges d'énergie pour mener de front les occupations dont il était chargé et celles qu'il s'était données à lui-même. A partir de 1823 sa santé devient de plus en plus chancelante, et il est presque obligé de se limiter à ses occupations techniques. Ce n'est qu'au commencement de 1827 qu'il obtint de se faire aider par son frère ; mais bientôt ses forces le trahirent définitivement. En juin 1827, on jugea nécessaire de lui imposer un repos complet ; sa mère assistée de son collègue et ami du corps des Ponts et Chaussées, M. Duleau, vint s'installer avec lui à la campagne, à Ville d'Avray. Il sentit venir la mort sans crainte, mais non sans regrets; il n'avait que 39 ans; à son ami Duleau, il répétait souvent : « j'aurais encore tant de choses à faire ». Il était déjà presque mourant lorsque son ami Arago fut chargé de lui apporter la médaille Rumford que la Société Royale de Londres venait de lui décerner en témoignage d'admiration pour son œuvre scientifique. Il s'éteignit dans les bras de sa mère le 14 juillet 1827. Sa tombe, modeste comme il fut lui-même, est à Paris, au cimetière du Père-Lachaise ; la famille de Fresnel n'étant plus représentée que par des parents éloignés, la Société Française de Physique a pris la charge de l'entretien de cette tombe, qu'aucun monument ne signale à l'attention du public ; elle ira, demain, y déposer quelques fleurs.

***

Devant cette existence si courte, on a souvent exprimé le regret qu'elle n'ait pas pû être consacrée tout entière à la science, en dehors de tout souci utilitaire soit pour lui-même, soit pour les autres. Cette idée a été, en particulier, exprimée avec force par Verdet dans la remarquable Notice qui figure en tête du recueil des œuvres complètes de Fresnel, publié en 1866. Après avoir rappelé les travaux de Fresnel sur les phares, Verdet ajoute : « Cependant, à l'occasion de ces services, si grands qu'ils soient, on ne saurait se défendre d'un regret. D'autres ingénieurs auraient, tôt ou tard, imaginé les lentilles à échelons, les lampes à mèches concentriques, les phares à éclipses ; mais Fresnel pouvait seul achever la révolution qu'il avait commencée dans la science. Qui peut dire ce qu'il aurait fait s'il lui avait été permis de poursuivre, sans interruption et libre de tout soin, le développement de ses fécondes pensées ? »

Me sera-t-il permis de faire remarquer que ce regret paraît résulter d'une conception inexacte de ce que fut le génie de Fresnel ?

Fresnel fut un grand ingénieur, c'est-à-dire l'homme qui, en présence d'un problème concret, sait trouver la solution la meilleure, celle qui conduira au meilleur résultat avec le minimum de dépense et de temps. Il a exactement les mêmes qualités comme savant, et ce sont ces qualités qu'il fallait qu'il eût pour réaliser son œuvre. Sans doute, les idées abondent dans son cerveau ; aucune grande œuvre n'est possible sans celà ; mais ces idées, il sait

les mettre en œuvre, et pour celà, les habitudes d'esprit d'un ingénieur sont nécessaires. Fresnel fut un grand physicien non seulement parce qu'il fut, comme l'on dit un peu prétentieusement, un « penseur », mais surtout parce qu'il fut un grand technicien, et celà, c'est à son habitude du métier d'ingénieur qu'il le doit. Il avait une bonne formation mathématique, mais il ne fût pas un créateur en mathématiques ; dans ce domaine, sa formation avait été exactement celle qu'il fallait. La mathématique, pour lui, est un puissant outil ; il traite chaque problème qui se présente comme le ferait un ingénieur, sans souci de l'élégance, ni même de la rigueur, mais avec le souci d'arriver, sans perte de temps, à un résultat certainement exact, même s'il n'est pas rigoureusement démontré. Dans sa théorie de la diffraction, il arrive aux « intégrales de Fresnel »; il voit tout de suite qu'elles ne peuvent s'exprimer par les fonctions élémentaires, mais celà n'a aucune importance ; ce qu'il faut, ce sont les valeurs numériques de ces fonctions. Il les calcule par un procédé qui n'est pas très élégant, et il a soin de dire, dans une note : « Il est très possible qu'il y ait des procédés plus courts, que mon peu d'usage de l'analyse m'aura empêché d'apercevoir », mais on sent bien que cela n'a pas pour lui grande importance ; l'important est d'arriver au but. Un peu plus tard, il trouve la définition géométrique de la surface de l'onde dans les cristaux ; il lui faut trouver l'équation de cette surface, et le calcul nécessaire pour cela n'est pas très difficile ; il ne se donne pas la peine de le faire, il se contente d'en deviner le résultat. Il voit que la surface doit être du quatrième degré, il en trouve l'intersection par les plans de symétrie, et celà lui suffit pour écrire l'équation cherchée. Plus tard, Ampère se donne la peine de faire le calcul que Fresnel avait négligé, et trouve par une voie rigoureuse le résultat que Fresnel avait deviné. Tout se tient dans l'œuvre, comme dans le caractère de Fresnel. Il fut un grand ingénieur parce que, grand homme de science, il savait voir dans chaque question ses éléments essentiels ; il fut un grand physicien parce qu'il était grand ingénieur. Et si pendant une partie du XIX^{e} siècle la Physique française subit une véritable éclipse, n'est-ce pas justement parce que les physiciens de cette époque oublièrent la technique et laissèrent à d'autres, médiocres, le soin de construire leurs outils ?

*
* *

Un siècle s'est écoulé depuis la mort de Fresnel ; le recul est assez grand pour qu'on puisse se demander ce que le temps a fait de son œuvre. Peut-on dire que cette œuvre est restée immuable, que nous envisageons la théorie de la lumière sous l'aspect même où il l'avait laissée ? Assurément non. Et d'ailleurs, serait-ce faire un grand éloge d'une œuvre scientifique que de dire qu'il a été impossible d'y rien ajouter? La science n'est jamais finie, et dire d'une découverte qu'il a été impossible d'y rien ajouter, ne serait-ce pas dire qu'elle a conduit à une impasse? Tel n'a pas été le cas de l'œuvre de Fresnel. Les lois qu'il a découvertes, les grandes notions introduites par lui, sont restées à la base de la science ; mais les idées ont continué à évoluer. Nous ne croyons plus à l'existence réelle d'un éther élastique, construit à l'image des milieux matériels tout en étant chargé d'expliquer les actions réciproques des corps, se laissant traverser sans résistance tout en ayant des propriétés analogues à celles de l'acier, ou peut-être du caoutchouc, voire même de la poix de cordonnier suivant une comparaison humoristique de Lord Kelvin. Fresnel, d'ailleurs, avait sagement laissé dans l'ombre les propriétés de ce milieu, mais ses successeurs, moins prudents, essayèrent de préciser ces propriétés et n'y réussirent pas. Et cependant, les notions fondamentales introduites par Fresnel sont restées et ont permis d'aller plus loin. Le génie de Clerk Maxwell, servant de trait d'union entre le génie de Fresnel et celui de Faraday, a découvert que la vibration lumineuse est une perturbation électro-magnétique, définie à chaque instant par deux vecteurs transversaux, c'est-à-dire, comme la vibration de Fresnel, perpendiculaires à la direction de propagation. Cette découverte capitale ne sacrifie rien de ce qui était précédemment acquis. Du moins, sous cette forme nouvelle, la théorie de la lumière est-elle finie, définitivement figée ? Celà n'est pas probable. Les recherches les plus récentes révèlent, au moins dans les phénomènes où la lumière agit sur la matière, un élément discontinu, qui fait penser invinciblement aux particules distinctes de la théorie de l'émission ; mais là encore, on peut considérer comme certain que les retouches nécessaires se feront non par soustraction, mais par addition à l'œuvre de Fresnel.

Cette œuvre n'est pas immuable ; elle est, ce qui vaut mieux, toujours vivante ; les transformations qu'elle doit subir ne font qu'ajouter à la gloire de son auteur.

L'USAGE DES ÉTOILES DANS L'ASTRONOMIE DE POSITION

par M. Jean **BOCCARDI,**
Correspondant du Bureau des Longitudes.

I. — La mesure du temps

On sait que dans l'astronomie sphérique ou de position on n'envisage les astres que comme de simples points lumineux dont on étudie et mesure les positions respectives sur la sphère céleste apparente, c'est-à-dire leurs coordonnées sphériques, et parfois aussi la troisième coordonnée, qui est rectiline et représente leur distance à l'origine des coordonnées, ordinairement le centre de la Terre (parallaxe). Or, on peut se demander quel est le rôle des étoiles dans cette branche si importante de l'astronomie classique.

En effet, aujourd'hui, grâce à tous les moyens modernes de la divulgation de la science, le public peut se tenir au courant des conquêtes de l'astronomie physique sur la constitution et la composition des astres les plus reculés, mais je pense que parmi les profanes de l'astronomie il n'y en a pas beaucoup qui apprécient à leur juste valeur les services que les étoiles rendent à l'astronomie classique, à la géodésie, à la navigation, à l'exploration terrestre. Sait-on, par exemple, que sans les étoiles l'homme ne pourrait pas mesurer le temps ? Quelles que soient les opinions des différents philosophes ou des relativistes sur la nature de cet élément ou de cette relation qu'on appelle le temps, le fait est que la vie moderne des sociétés et des individus ne pourrait se passer de la notion et de la mesure du temps. La succession de nos actions peut nous en donner une idée, mais quand il s'agit de le déterminer avec précision et d'avoir l'heure exacte, nous avons besoin d'astres fixes dont on connaisse parfaitement les déplacements sur la sphère céleste, et en outre il nous faut admettre que notre Terre possède un mouvement de rotation constant et uniforme. Sans cela, on pourrait bien construire des appareils (pendules, chronomètres, montres) déplaçant des aiguilles sur un cadran, mais le moyen de contrôler ces garde-temps? Chaque horloge aurait sa marche, et elle nous indiquerait une heure différente des autres. Comment donc connaître cette marche, comment mettre d'accord tous ces garde-temps ?

Toute opération de mesure, toute mensuration — comme on le dit aujourd'hui — exige une unité de mesure bien garantie et constante dont on puisse avoir facilement les multiples et les sous-multiples. Quand il s'agit de mesurer le temps, il faut que l'unité de mesure, la rotation terrestre, soit absolument *constante*, et pour en avoir les sous-multiples, il faut que cette rotation soit *uniforme*. Ces deux conditions admises, tous les appareils destinés à la mesure du temps auront leur contrôle et leurs indications sur les cadrans respectifs, pourront recevoir les corrections dont elles ont besoin (*état* et *marche*) au moyen de l'observation des étoiles. Par la constance dans la rotation terrestre on est assuré que le méridien de tout lieu de notre globe est ramené devant cette étoile toujours après un intervalle constant. On a alors le *jour sidéral*.

A la vérité, si les étoiles sans mouvement propre peuvent être regardées comme fixes sur la sphère céleste, les méridiens terrestres ne se présentent pas aux mêmes étoiles toujours dans la même position ou orientation. C'est le cadran de notre horloge naturel, le globe terrestre avec son méridien, qui se déplace lentement dans l'espace par la précession et la nutation. Il s'ensuit que les coordonnées sphériques des étoiles varient lentement par la précession et la nutation. La théorie nous donnent les termes très nombreux dont se composent les expressions analytiques et numériques de ces phénomènes célestes. Les coordonnées célestes des étoiles varient par suite des déplacements de l'origine des coordonnées qui est le point vernal ou l'équinoxe de printemps. On connaît les variations que ce déplacement produit sur les coordonnées équatoriales des étoiles, variations qui ne sont pas les mêmes pour tous ces astres. Ces coordonnées équatoriales s'appellent *l'ascension droite* et la *déclinaison*, et c'est la première qui sert à donner l'heure exacte. Comme on connaît pour chaque instant la valeur de l'ascension droite de chaque étoile, et que cette valeur est exprimée en temps (heures, minutes, secondes et fractions de seconde) 24 heures correspondant à 360°, c'est-à-dire à un tour complet de la sphère céleste, lorsqu'une étoile passe au méridien d'un lieu, la pendule sidérale de ce lieu doit marquer précisément l'ascension droite instantanée de l'étoile. On a donc l'heure sidérale, d'où l'heure solaire vraie, moyenne ou universelle.

Le jour sidéral qui — nous l'avons dit — n'est pas tout à fait égal à la rotation terrestre, n'est pas constant ; il subit des variations comprises entre ± 1 sec.; mais ces variations sont très lentes, et d'ailleurs, pour mesurer de longs intervalles de temps on n'emploie pas le jour

sidéral, mais le jour moyen, qui est constant pendant des siècles.

N'importe quel astre pourrait servir à la mesure du temps, par exemple le soleil, les planètes, la Lune, et effectivement — surtout en mer, où l'on détermine l'heure quand et comme on le peut — ces astres sont observés parfois dans ce but; mais il est nécessaire de connaître parfaitement leurs déplacements en ascension droite sur la sphère céleste. Or, si cette condition est remplie pour le Soleil et entre certaines limites aussi pour les planètes, pour la Lune l'incertitude n'est pas négligeable. D'ailleurs, l'observation des étoiles, qui apparaissent comme de simples points lumineux, est de beaucoup plus précise que l'observation de l'un des bords des astres ayant un diamètre appréciable. Il intervient alors une forte *équation personnelle*, c'est-à-dire une erreur qui dépend de la manière d'observer de chaque astronome. Pour les étoiles, au contraire, on emploie le micromètre dit *impersonnel*, qui réduit de beaucoup l'équation personnelle, d'ailleurs ordinairement petite dans l'observation des petits disques stellaires, surtout si on les réduit toutes à la même grandeur apparente au moyen de diaphragmes.

La mesure exacte du temps, voilà un premier service que les étoiles rendent à l'astronomie classique et aux autres sciences de mesure en même temps qu'à la vie sociale elle-même.

II. — Les positions des astres.

Si tous les astres étaient immobiles, si notre Terre n'était pas animée des deux mouvements, de rotation et de révolution, la description ou représentation exacte de la partie du ciel étoilé que l'on pourrait voir dans les lieux où l'on ne verrait pas le soleil, ou cet astre y serait très bas sur l'horizon, n'aurait qu'un intérêt de curiosité. On pourrait bien mesurer les distances angulaires entre les différents astres, et par conséquent leurs coordonnées sphériques, on pourrait tracer des cartes célestes, mais on n'en tirerait aucun avantage.

Mais, comme tout le monde le sait, le Soleil, la Lune, les planètes, les comètes, les satellites se déplacent sur la voûte céleste, et ces déplacements servent soit à nous donner la mesure des longues durées de temps — par exemple, l'année terrestre — soit pour remonter à la loi de la gravitation universelle qui nous permet de prévoir les positions qu'occuperont ces astres dans le ciel par la connaissance de leurs orbites et des perturbations qui les modifient.

Or, les étoiles qui, en première approximation, peuvent être regardées comme absolument fixes, sont pour l'astronomie de position d'excellents points de repère auxquels on peut rapporter les positions des autres astres qui se déplacent. Aussi, dès les débuts de l'astronomie chez les Egyptiens, les Chaldéens et les Chinois, on observait le lever et le coucher héliaque (1) de quelques belles étoiles et ensuite le retour de la Lune et des planètes à la même longitude que quelques étoiles. Plus tard on trouva le moyen d'en faire autant avec le Soleil. On eut ainsi les durées des révolutions célestes (les différents mois lunaires, les différentes années solaires et les années planétaires). On sentît alors le besoin d'un catalogue d'étoiles donnant les coordonnées sphériques des principales étoiles. Aristille et Tymocharis, chez les Grecs, composèrent des catalogues rudimentaires, qui permirent à Hipparque de découvrir la précession des équinoxes par la comparaison des positions qu'il venait d'observer avec celles que donnaient les anciens catalogues. Le catalogue d'Hipparque était bien remarquable pour son époque (150 av. J.-C.), soit par le nombre d'étoiles (1030), soit par la précision de leurs positions.

Il faut descendre jusqu'à Flamsteed, au XVII^e^ siècle, pour trouver un catalogue qui ait ajouté quelque chose d'important et qui ait fait faire de remarquables progrès à l'astronomie de position. L'exemple de Flamsteed fut imité, aussi le XVIII^e^ siècle nous présente-t-il le catalogue de l'abbé La Caille et celui encore plus fameux de Bradley. D'Agelet, mais surtout Lalande et Piazzi apportèrent une contribution très remarquable à l'astronomie stellaire; Lalande par le nombre des étoiles observées (40.000). Piazzi par la précision des positions. Les étoiles du catalogue de Lalande ont été réobservées à l'Observatoire de Paris ; mais ce travail a exigé plus de 40 ans pour son achèvement. C'est qu'il ne suffit pas d'observer, mais il faut aussi exécuter de nombreux calculs pour réduire les observations à la forme adoptée pour les catalogues.

A Padoue, Santini, réobserva un grand nombre d'étoiles de Piazzi et, par un travail acharné, il put mener à bonne fin ce nouveau catalogue. Au contraire, lorsqu'il s'est agi de réobserver les 250.000 étoiles de la *Durchmusterung d'Argelander* et de *Schönfeld*, qui ne donnaît que des positions approchées, l'*Astronomische Gesellschaft* a fait appel à un grand nombre d'Observatoires, et ce n'est qu'après 50 ans que cet immense travail a pu être achevé et publié.

Quant au Catalogue Photographique qui devait donner toutes les étoiles jusqu'à la 11^e^ grandeur pour l'époque 1900,0, mais qui souvent ne donne pas même toutes les étoiles de la 10^e^ et pour des époques d'*observation* s'éloi-

(1) Epoque de l'année où une étoile se lève ou se couche en même temps que le Soleil.

nant parfois de 25 ou 30 ans de 1900, il est loin d'être achevé, quoique on y travaille depuis 40 ans. En outre, comme le savent bien les connaisseurs, ce catalogue est loin d'être homogène. On y constate des différences parfois importantes, soit dans la qualité des images photographiées sur les clichés, et par conséquent sur la mesure des coordonnées rectilignes, soit, nous l'avons dit, dans des époques d'observation, soit enfin dans les systèmes de fondamentales et par conséquent des étoiles dites de *repère*, là où on a voulu publier aussi les coordonnées sphériques des étoiles.

J'ai été l'un des admirateurs les plus enthousiastes de ce travail et j'y ai collaboré largement, mais je dois avouer, qu'ici comme ailleurs, les résultats n'ont pas répondu complètement à l'attente et aussi au travail, aux efforts que l'on a accomplis. Quand je vois que dans les catalogues qui donnent les coordonnées sphériques, on trouve souvent des différences relativement considérables entre l'ascension droite ou la déclinaison de la même étoile dans deux clichés différents, quand on voit acceptées des différences de 1''5 et même de 1''8 (1), on peut se demander s'il s'agit là d'un catalogue moderne ou d'une simple *Durchmusterung*. Ces différences tiennent surtout à l'imperfection des coordonnées adoptées pour les étoiles de repère. On espère en posséder de meilleures par une réobservation, mais alors on peut se demander s'il est pratique de faire maintenant une réduction en coordonnées sphériques lorsqu'on envisage déjà une nouvelle réduction.

Il ne faut pas non plus oublier que des positions plus exactes, mais prises à 30 ou 40 ans de distance de l'époque du cliché correspondant ne peuvent être utilisées sans un travail considérable pour avoir égard aux termes du 1er, du 2^{e} et du 3^{e} ordre de la précession. En tout cas les mouvements propres des étoiles de repère interviennent pour compliquer la réduction. Il me semble qu'on puisse appliquer ici le proverbe : « Certaines choses ou on les fait au moment opportun ou bien on ne les fait pas ». En tout cas, les coordonnées rectilignes mesurées et données à l'impression représentant toujours un fait acquis à la science, une espèce de mine ou de trésor caché. Seulement il faudra des siècles pour l'exploiter.

Le manque d'homogénéité dans tous les catalogues très étendus est presque inévitable si l'on n'organise pas les choses de telle manière que le travail soit accompli simultanément et sur un plan identique dans tous les établissements scientifiques qui y collaborent. Sans cela, le travail se prolongera presque indéfiniment et, en tout cas, puisque la science progresse et que les moyens d'observations deviennent de plus en plus parfaits avec le temps, la précision des différentes parties du catalogue (les différentes zones) est aussi très différente. Prenons pour exemple le catalogue de l'*Astronomische Gesellschaft*. Quelle différence sous le rapport de la précision entre l'ancien catalogue de Bonn et les catalogues biens plus récents de Leyde et de Berlin !

Résumons : Tout ce qui se mesure dans le ciel est rapporté à des étoiles dites pour cela *de comparaison*. Aussitôt que l'on découvre un astre on le rapporte à des étoiles voisines, en mesurant ainsi non les coordonnées absolues de l'astre, mais les différences entre ces coordonnées et celles de ces étoiles ; et même pour les planètes ou comètes connues, toutes les observations de position qu'on en fait sont des observations différentielles.

S'il ne s'agissait que des grosses planètes, il suffirait de posséder les positions des étoiles d'une petite zone écliptique, mais les petites planètes s'écartent déjà beaucoup de l'écliptique et les comètes apparaissent partout. Voilà pourquoi la description de toute la sphère céleste s'impose, et pourquoi les astronomes ont besoin de catalogues d'étoiles se rapportant à toutes les déclinaisons, depuis 0° jusqu'à ± 90°.

Ordinairement on fait des observations équatoriales, qui sont strictement différentielles, mais même pour des observations méridiennes on a besoin d'observer des étoiles fondamentales pour déterminer les constantes instrumentales, c'est-à-dire les déviations de la lunette de la position théorique; et la déviation de la pendule relativement à l'heure sidérale exacte locale.

Enfin, la détermination des parallaxes, c'est-à-dire des distances à la Terre ou à notre système solaire, lorsqu'il s'agit des parallaxes stellaires exige aussi l'observation des étoiles, soit par la méthode visuelle, soit par la méthode photographique, et puisque notre système tout entier se déplace dans l'espace, c'est aussi l'étude des mouvements propres apparents des étoiles ou de la distribution de leurs vitesses radiales qui nous donne la direction de ce mouvement et de sa vitesse en kilomètres.

III. — L'étude de la Terre.

On croit parfois faire de l'esprit en reprochant aux astronomes de s'occuper d'objets très éloignés et de négliger l'étude de la Terre sur laquelle nous vivons. Ce reproche est tout à fait injuste et ne prouve que l'ignorance du gros public relativement aux services que l'étude des étoiles rend à l'humanité, même lorsqu'il s'agit de la connaissance de la forme et des dimen-

(1) Dans le catalogue de Calane.

sions de notre globe. Oui, les étoiles qui nous permettent de mesurer un élément aussi essentiel pour la vie moderne que le temps, soit sous le rapport de l'heure exacte, soit sous le rapport de la chronologie et du calendrier, les étoiles donc, nous permettent de constater et de mesurer nos déplacements sur notre globe, et par suite, d'en connaître la forme et la grandeur. La géodésie, qui n'était autrefois qu'une branche de l'astronomie, a sans doute besoin d'appareils pour la mesure des longueurs sur le terrain (règles bimétalliques, fils d'invar, etc.), mais la mesure des bases et le calcul des côtés des triangles géodésiques, aussi bien que des arcs de méridien ou de parallèle, qu'ils embrassent, ne peuvent nous renseigner sur la forme et les dimensions de la Terre, qu'autant qu'on connaisse l'étendue en angle de ces arcs terrestres. On marche le long d'un méridien, on mesure le nombre de kilomètres parcourus, mais qui nous permettra de nous assurer que nous marchons e long d'un méridien, qui nous dira de combien de degrés nous nous sommes déplacés ? Ici encore c'est l'astronomie de position, ce sont les coordonnées des étoiles et l'observation de ces astres qui nous permettront de déterminer les différences entre les latitudes des stations astronomiques qu'on a faites aux deux extrémités de l'arc. On multiplie ces stations le long de l'arc pour avoir d'utiles contrôles.

Et quand on veut construire la carte géographique d'un pays, on doit déterminer la longitude et la latitude d'un grand nombre de points bien choisis dans le pays même. Or, ces coordonnées ne peuvent s'obtenir qu'avec l'observation des étoiles. Sans doute, pour une détermination de longitude, ou mieux, d'une différence de longitudes entre deux stations, on doit avoir recours à des transmissions de nombreux signaux par la télégraphie ordinaire ou par la télégraphie sans fil, mais ces transmissions se rapportent à l'heure locale, et cette heure ne peut se déterminer qu'avec les étoiles. Même dans la simple topographie c'est l'observation des astres qui donne les azimuts avec exactitude.

Voilà, en résumé, les principaux avantages que l'on tire de l'observation des étoiles dans l'astronomie de position.

LE LABORATOIRE DES ESSAIS MÉCANIQUES ET PHYSIQUES

DES MÉTAUX, CHAUX ET CIMENTS DE L'INSTITUT POLYTECHNIQUE DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE

par M. Pierre DEJEAN,

Professeur à la Faculté des Sciences
Directeur du Laboratoire des Essais Mécaniques et Physiques des Métaux, Chaux et Ciments
de l'Institut Polytechnique de l'Université de Grenoble

L'Université de Grenoble est souvent citée comme une de celles qui ont le mieux utilisé les modalités de la loi de 1896 pour s'adapter à la situation géographique assez privilégiée dans laquelle elle se trouve placée et répondre aux besoins scientifiques ou techniques des provinces qui forment son ressort.

Ses nombreux Instituts englobent les sciences les plus variées : la Géologie, la Géographie alpine, la Pisciculture, la Phonétique, l'Electrochimie et l'Electrométallurgie, la Papeterie, et enfin l'Electricité industrielle. Ces deux dernières disciplines sont enseignées à l'Institut Polytechnique qui groupe en outre un certain nombre de Laboratoires industriels dont fait partie le Laboratoire des Essais mécaniques et physiques des métaux, chaux et ciments, qui va faire l'objet de cet article.

Dès 1912, M. Marius Viallet, alors Président de la Chambre de Commerce de Grenoble, avait projeté l'organisation de ce laboratoire à l'Institut Polytechnique. Ce projet fut naturellement arrêté dans son évolution par les hostilités ; mais le développement que prirent les fabrications de guerre dans le Sud-Est permit de se rendre compte des services qu'aurait pu rendre une telle organisation si elle avait été réalisée à temps. Aussi, dès 1918, les pourparlers reprenaient leur cours. Une souscription était ouverte parmi les industriels de la région et constituait un premier fonds auquel venaient bientôt s'ajouter des subventions très importantes accordées par les Pouvoirs Publics. Enfin, après avoir eu à vaincre certaines difficultés matérielles d'installation comme cela se produit pour tout organisme de ce genre, le laboratoire pouvait s'ins-

taller définitivement dans une aile de l'Institut Polytechnique Brenier, et en 1921 il était en plein fonctionnement.

Son but est double. Il doit pouvoir tout d'abord satisfaire à toutes les demandes qui lui sont adressées par les industriels, pour les essais physiques et mécaniques des métaux, chaux et ciments, ou d'une manière plus générale, des matériaux de toute nature. En second lieu, le matériel rassemblé dans ce laboratoire étant assez important, comme on le verra plus loin, il se prête particulièrement bien aux recherches, et nous montrerons que cette seconde partie du programme n'a pas été négligée. En résumé, essais et recherches, tels sont les buts du laboratoire. Une description sommaire en fera mieux comprendre l'organisation et le fonctionnement.

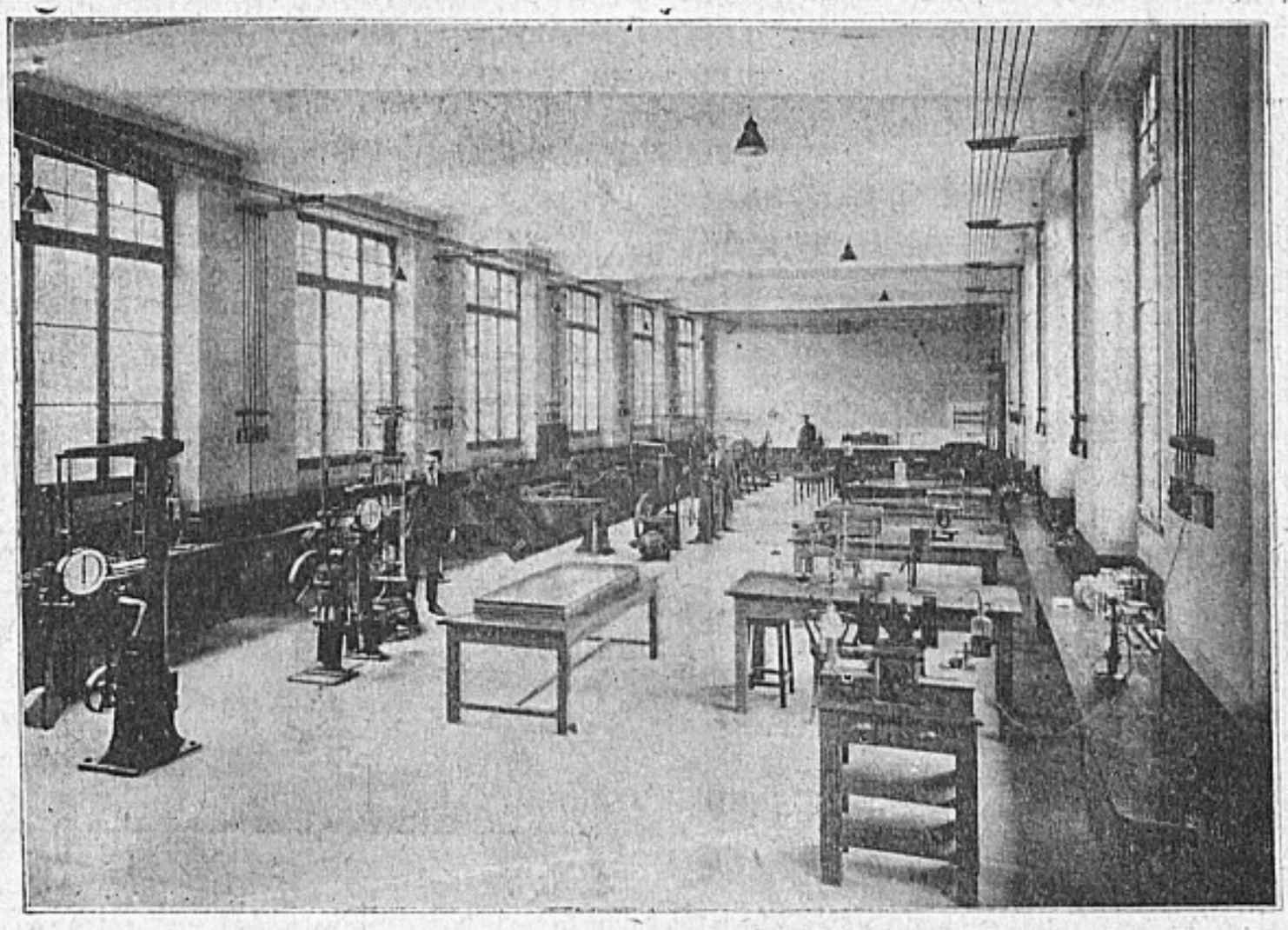


Fig. 19. — Grande salle des Essais mécaniques et physiques.

Installation et outillage.

Locaux. — Le laboratoire, installé comme nous l'avons dit, dans une aile de l'Institut Polytechnique Brenier, comprend un rez-de-chaussée et des sous-sols.

Au rez-de-chaussée, nous trouvons, outre les bureaux réservés au personnel, une grande salle de 24 mètres sur 8, où sont rassemblés les appareils pour les essais mécaniques et physiques des matériaux (fig. 19), puis une seconde de 11 m. 50 sur 8 m. 50 où sont placés les appareils de traitement thermique, les installations pour certaines recherches d'ordre chimique, et enfin, provisoirement, quelques machines d'atelier.

En sous-sol, nous avons, tout d'abord, une salle renfermant la batterie d'accumulateurs, puis dans une autre partie, complètement isolée de la première, une série de pièces répondant aux caractéristiques suivantes : une première salle de 8 m. 50 sur 5 m. 50, spécialement affectée à la préparation des éprouvettes de chaux et ciment, mortiers et bétons. Une deuxième salle, de 5 m. sur 5 m. 50, destinée à la conservation des éprouvettes précédentes, avec bacs à eau, armoire humide, etc.... Vient alors un petit magasin de 6 m. sur 3 m. 50, et enfin une chambre noire pour la photographie.

Matériel. — Nous allons fournir maintenant quelques indications sur le matériel que l'on trouve dans ces différents locaux.

Essais mécaniques.

a) *Essais de traction, compression, flexion et pliage.* — Trois machines Amsler, l'une de 2 tonnes, l'autre de 15 tonnes, et la troisième de 100 tonnes, se complètant les unes les autres, permettent ces différents essais. Ces machines, que l'on voit à la suite l'une de l'autre, sur la figure 19, à partir de la gauche, répondent aux caractéristiques suivantes :

La première (machine de 2 tonnes) qui, à son maximum de sensibilité (200 kgs), permet d'apprécier des charges de l'ordre de quelques cen-

taines de grammes, est plus spécialement réservée pour les essais à la traction de fils ou câbles fins, tôles, courroies, tissus ; traction ou compression de ressorts à boudin ; compression de ressorts à lames ; essais de cisaillement ; essais de dureté ; écrasement de petites éprouvettes de mortier ou de ciment, etc.....

La seconde, celle de 15 tonnes, est la plus employée pour les essais courants de métaux. Elle permet d'essayer des barreaux de 150 m/m² de section (type officiel) ayant jusqu'à 100 kgs. de résistance par m/m², valeur que ne dépassent guère les aciers les plus courants ; des essais de compression, de flexion et de pliage peuvent également se faire à cette machine.

Enfin, la troisième machine, qui peut aller jusqu'à 100 tonnes (fig. 20) est horizontale et non verticale comme les deux premières. Aussi permet-elle de tractionner ou de comprimer sur une longueur de 3 m. 15, ce qui est très précieux pour les essais de câbles, de chaînes, et même de colonnes. Sa grande force permet l'essai de toutes sortes d'aciers sous d'assez grandes dimensions. Elle permet la compression jusqu'à des sections de 20×20 cm. Ce qui est nécessaire pour les cubes de béton. Enfin, un dispositif pour essai de flexion permet d'essayer des poutres jusqu'à 2 mètres de longueur, et de faire des essais de pliage et de cisaillage de barreaux plats ou ronds.

Bien que la force maximum de cette machine soit de 100 tonnes, elle est à sensibilité variable comme les deux autres machines, et lorsqu'elle est réglée pour une charge maximum de 10 tonnes, elle donne une précision de l'ordre de quelques kilogrammes.

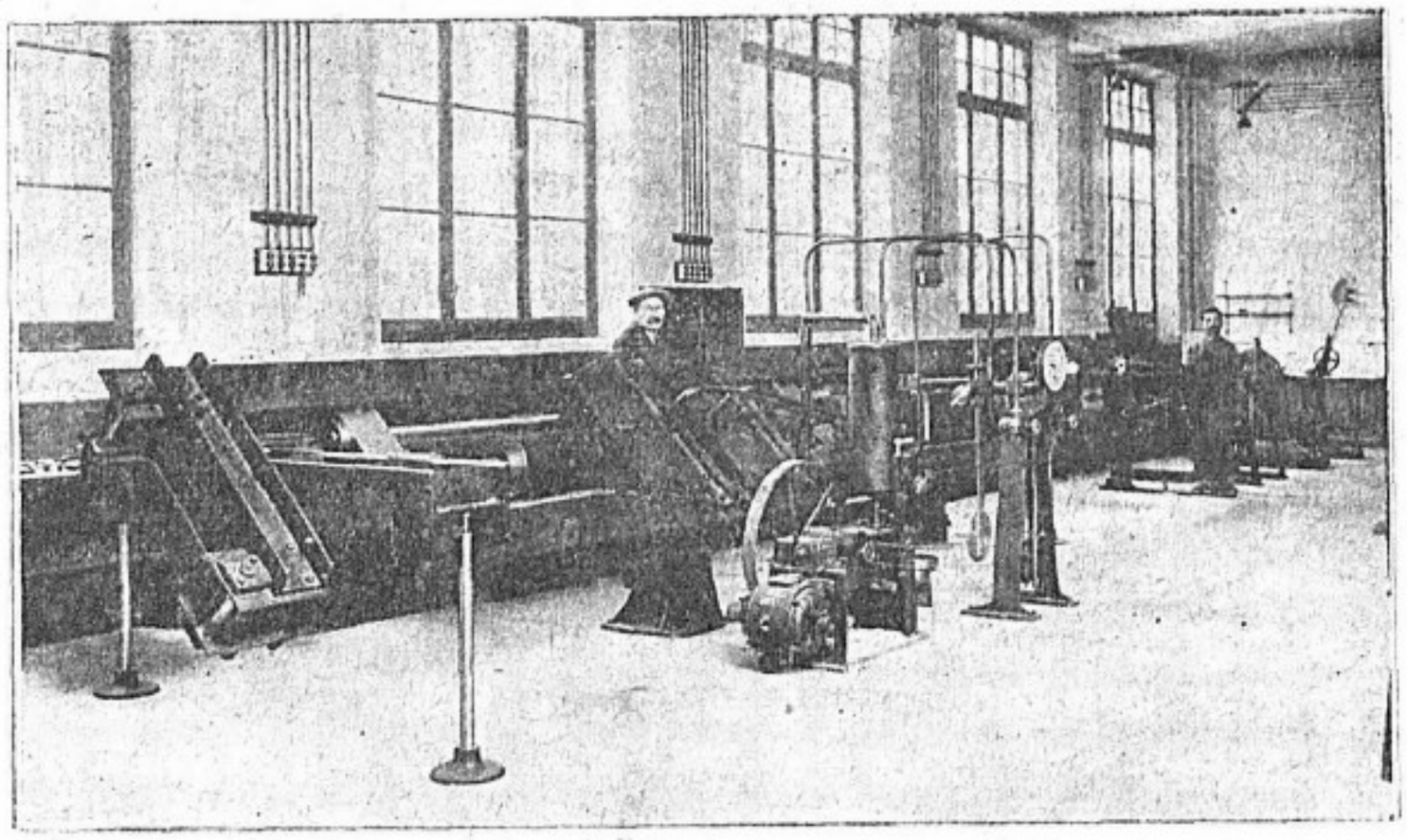


Fig. 20. — Machine horizontale de 100 tonnes pour essais de traction, flexion et compression.

Toutes ces machines sont munies d'enregistreurs qui tracent le diagramme des déformations de l'éprouvette en fonction de la force exercée.

Une petite machine Michaëlis pour essais à la traction d'éprouvettes de chaux et de ciments en forme de huit, complète cette installation.

b) *Essais de fragilité.* — Trois moutons sont spécialement utilisés pour ces essais (fig. 21).

Un mouton dynamométrique de Guillery, de 60 kilogrammètres.

Un mouton pendule de Charpy de 30 kilogrammètres, permettant non seulement l'essai de flexion par choc sur barreau entaillé; mais encore l'essai de traction par choc également.

Un mouton universel vertical de Amsler de 200 kilogrammètres. Les dispositifs de cette machine permettent de réaliser des sollicitations par choc, à la traction, à la compression ou à la flexion.

c) *Essais de fatigue par flexions rotatives.* — Ces essais sont effectués au moyen d'une machine spéciale de Amsler utilisant des éprouvettes de 360 m/m de longueur amarrées par la partie médiane dans une douille de centrage montée sur paliers et que l'on anime d'un mouvement de rotation. Les deux extrémités de l'éprouvette sont prévues pour recevoir une charge en porte-à-faux dont on peut régler la valeur suivant la résistance de l'éprouvette.

La suspension de la charge à l'éprouvette est montée sur un roulement à bille qui a comme effet de supprimer toute sollicitation à la torsion de l'éprouvette. Un compteur placé de chaque côté de l'éprouvette enregistre le nom-

bre de tours, et s'arrête quand l'éprouvette se brise.

Le travail auquel est soumis l'éprouvette ressemble tout à fait au travail d'un essieu par exemple.

d) *Essais de dureté.* — Les essais de dureté par la méthode de la bille de Brinell peuvent se faire aux trois machines de traction et compression précédemment décrites.

Un appareil portatif de Guillery, type P.M.C., permet de mesurer la dureté des pièces difficile-

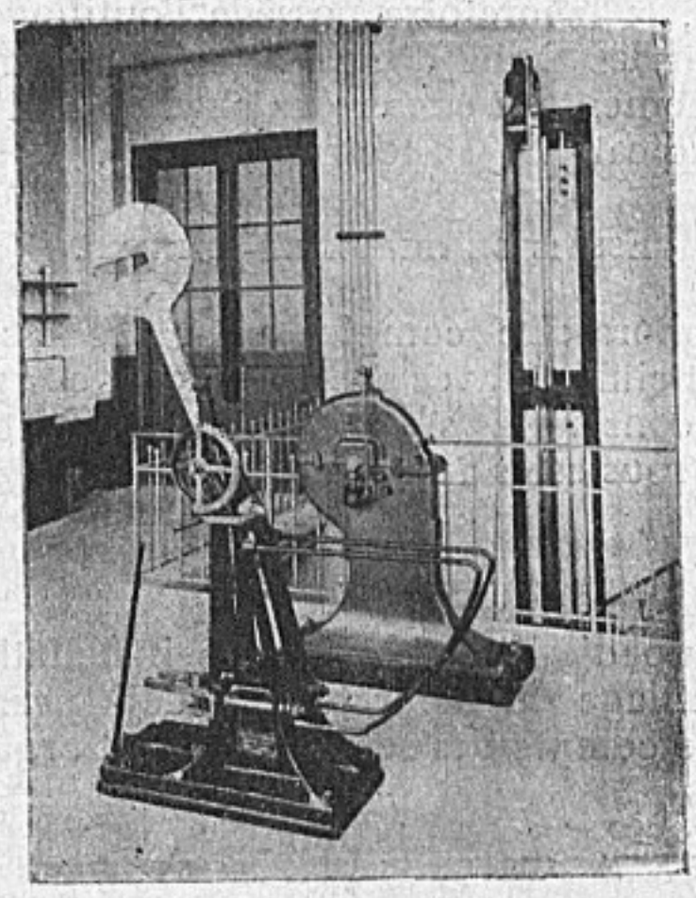


Fig. 21. — Moutons pour essais de fragilité.

ment déplaçables, par l'empreinte d'une bille de 5 m/m agissant par choc.

En outre, un *scléroscope de Shore* complète l'outillage pour essais de dureté.

e) *Essais d'emboutissage.* — L'appareil pour essais d'emboutissage est du type Erichsen.

Il se compose de deux anneaux d'un diamètre intérieur de 50 m/m, entre lesquels on serre le disque de tôle à essayer et on fait appuyer au centre de la tôle un poinçon muni à son extrémité d'une bille de 20 m/m de diamètre. La tôle s'infléchit sous la pression de la bille, jusqu'à ce qu'une fissure se produise dans la calotte formée. La machine indique la force exercée et la flèche prise par la tôle se lit directement sur une graduation.

Traitements thermiques et analyses thermiques.

Le laboratoire est naturellement outillé pour réaliser les traitements thermiques courants, avec fours et pyromètres (couples thermo-élec-

triques ; pyromètre Féry, etc...). Mais la partie la plus intéressante de cet outillage est la collection assez importante d'appareils pour l'analyse thermique (fig 22). Savoir :

a) *Appareil Saladin - Le Chatelier - Broniewski,* permettant avec son double galvanomètre, l'enregistrement des courbes « Température-Différence de température ». En remplaçant l'un des galvanomètres par un miroir animé d'un mouvement uniforme par un mécanisme d'horlogerie, on a les courbes « Temps-Température ». En adaptant le dilatomètre, on obtient les courbes « Dilatation-Température ».

b) *Le Relai d'Induction Dejean-Schneider-Carpentier,* associé à l'appareil précédent, permet l'enregistrement direct des courbes « Vitesse-Température ».

c) *Le Dilatomètre différentiel de Chevenard* donne les courbes « Température-Différence de dilatation » qui ont été si souvent utilisées, ces dernières années.

d) *Le Galvano-pyromètre de Chevenard,* avec lequel on peut tracer les courbes : Température-Dilatation ; Température-Résistivité, etc.

e) *Le Galvanomètre enregistreur de Rengade,* qui enregistre très simplement les courbes Temps-Température, et se prête à l'étude de

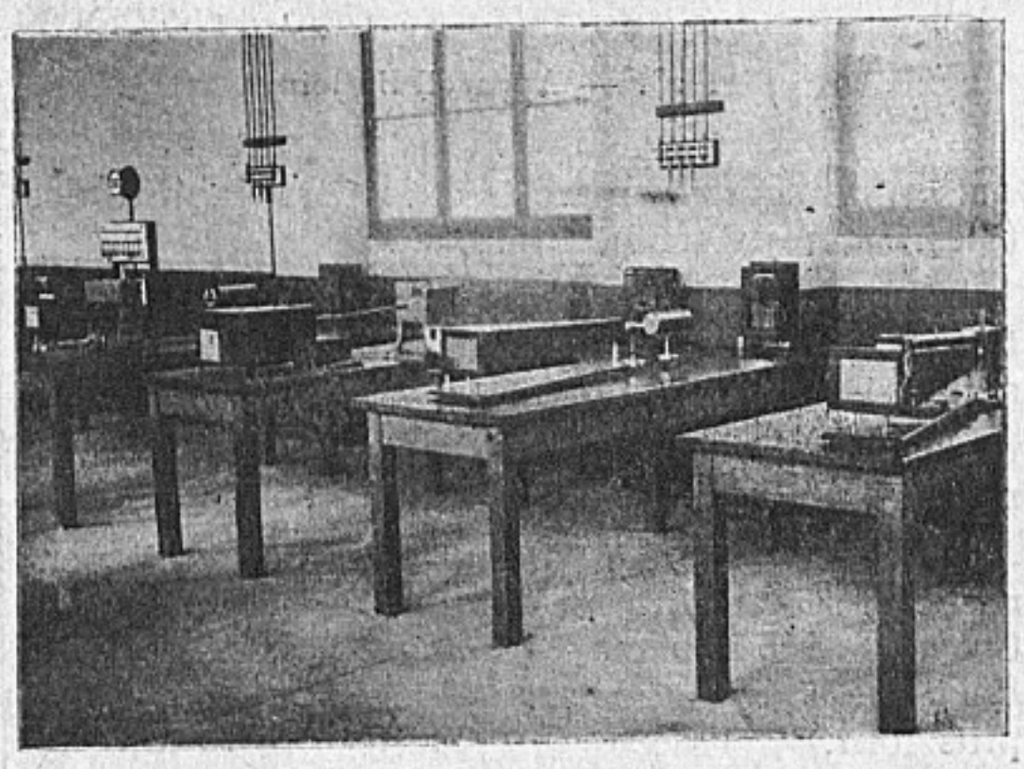


Fig. 22. — Appareils pour l'analyse thermique.

l'aimantation pendant la traction des aciers par la méthode de Fraichet.

Si nous n'insistons pas sur la description et le fonctionnement de ces divers appareils, c'est que cela nous entraînerait trop loin et qu'on les trouve dans les revues et ouvrages spéciaux (1). Il nous suffira de rappeler que sans l'étude des

(1) Voir en particulier *Actualités Métallurgiques,* pages 5 à 60. Dunod, éditeur.

points critiques, la théorie des aciers et alliages spéciaux serait encore à faire et leur utilisation serait tout à fait rudimentaire.

Essais d'ordre électrique et magnétique.

Les matériaux entrant dans la construction du matériel électrique ont besoin d'être envisagés à un point de vue spécial. C'est pourquoi nous avons les appareils suivants :

a) *Appareil Epstein* (fig. 5) pour la détermi-

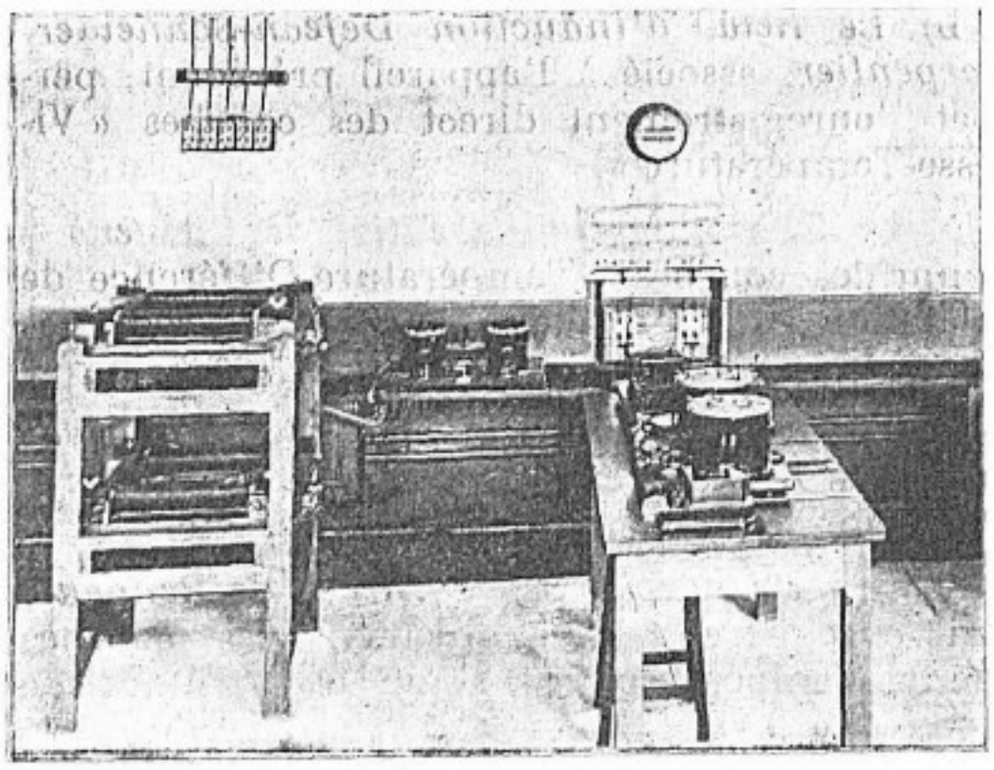


Fig. 23. — Appareil Epstein.

nation des pertes en watts et la perméabilité des tôles de transformateurs.

b) *Perméamètre Iliovici*, pour la détermination des courbes de perméabilité de tous fers, aciers ou fontes.

c) *Hystérésimètre Blondel*, donnant directement le coefficient de Steinmetz.

d) *Solénoïde* de 2 mètres de longueur, permettant d'atteindre les champs de 10.000 gauss. Cet appareil a permis de faire une étude magnétique très importante dont nous parlerons plus loin.

Micrographie et Macrographie.

La micrographie, plus encore que la macrographie, est devenue le complément indispensable de toute étude métallurgique. Elle nécessite aussi un matériel un peu plus spécial ; tour à polir, microscope disposé pour l'examen par réflexion et aussi pour la photographie des surfaces métalliques polies et attaquées par des réactifs convenables.

Nous trouvons là un *tour à polir* spécial pour la préparation des surfaces et le *Microscope Le Chatelier* (fig. 24), spécialement étudié dans ce but, avec adaptation pour la macrophotographie.

L'examen en lame mince pouvant également être utilisé soit pour les matériaux accessoires de la métallurgie, comme les laitiers, soit pour les roches à ciment, le laboratoire possède également un *microscope de géologue* de Nachet avec dispositif pour l'examen en lumière polarisée, et chambre photographique (fig. 24).

Essais d'huiles de transformateurs

Enfin, le laboratoire possède l'outillage complet pour les essais d'huiles de transformateurs conformément au cahier des charges de l'Union des Syndicats de l'Electricité.

Essais de chaux et ciments.

Un laboratoire complet pour les essais de chaux et ciments avec salle de gachage (fig. 25) ; salle de conservation d'éprouvettes, etc., est installé au sous-sol du laboratoire.

Essais industriels.

Ce coup d'œil rapide sur les installations et sur l'outilage du laboratoire a déjà permis de se rendre compte des services que cet organisme

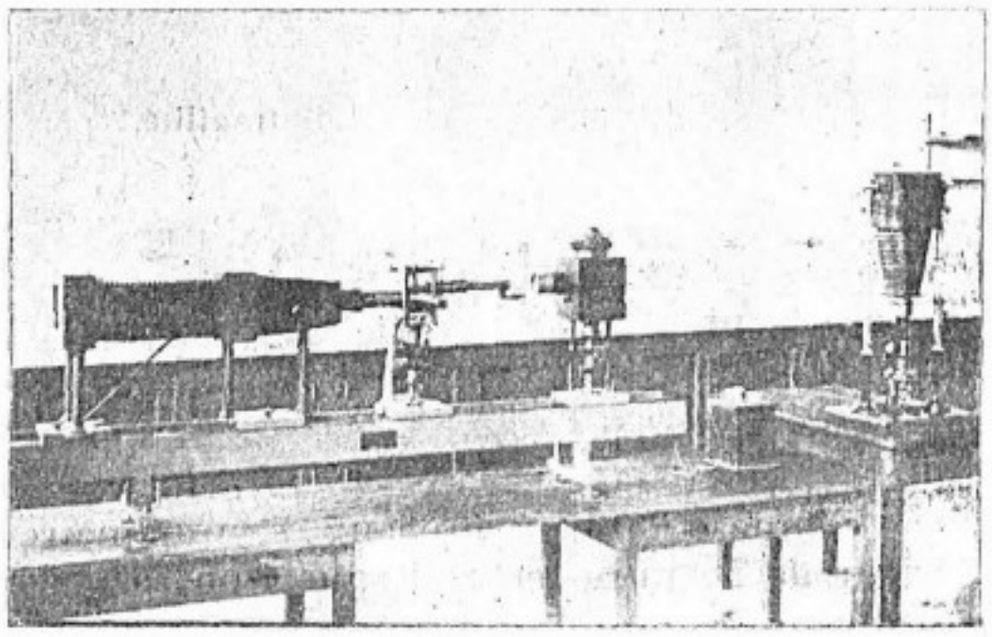


Fig. 24. — Appareil de micrographie.

peut rendre aux industriels. Aussi ne faut-il pas s'étonner de la faveur dont il jouit et de la clientèle qui lui arrive de toute part sans qu'aucune réclame n'ait été faite pour celà.

Il reste maintenant un point sur lequel nous tenons à attirer l'attention.

Il serait vraiment bien malheureux qu'un laboratoire possédant l'outillage que nous venons de passer en revue serve uniquement à des essais de renseignement ou de contrôle et ne soit pas orienté vers la recherche scientifique.

Nous allons tâcher de montrer que cette seconde partie du programme a été aussi bien remplie qu'il était possible.

Études et recherches.

Une des grosses difficultés de la recherche scientifique, dès qu'elle veut s'attaquer à des problèmes d'ordre industriel, c'est qu'il ne suffit pas d'avoir des appareils précis ; il faut le plus souvent posséder des moyens d'action qu'on ne peut recontrer que dans les usines. Aussi, sans qu'il soit nécessaire de chercher à outiller les laboratoires comme des usines, ceux-ci ne peuvent se passer de la collaboration de ces dernières, à moins de rester dans le domaine des recherches spéculatives comme on le leur a si souvent reproché.

Il y a là un situation dont les industriels eux-mêmes se rendent maintenant assez bien compte. Aussi, ne refusent-ils généralement pas leur concours à un laboratoire qui leur demande de collaborer à une étude parfaitement définie. C'est ce que nous avons expérimenté pour quelques-uns des travaux dont nous allons rendre compte.

Nous tenons à insister sur ce point pour montrer l'intérêt réciproque que les laboratoires et les industriels peuvent avoir à collaborer ainsi à des études communes.

Voici maintenant quelques-unes des études et recherches effectuées au laboratoire.

1° *Recherches sur le ferromagnétisme et le champ démagnétisant* (1). — Cette étude, pour laquelle la Direction des Inventions avait offert un grand solénoïde de 2 mètres permettant d'obtenir des champs de 10.000 gauss, a conduit à l'élaboration d'une théorie nouvelle du ferromagnétisme, connue sous le nom de théorie du champ démagnétisant élémentaire.

2° *Etude sur les tôles de conduites forcées d'usines hydrauliques et sur les tôles de chaudières* (2). — La situation de Grenoble, centre du pays de la houille blanche, justifie de lui-même la raison de cette étude.

3° *Recherche-s sur la solubilité des gaz dans l'acier fondu* (3). — Ces recherches entreprises avec le concours des Aciéries de la Marine et d'Homécourt ont permis de tirer des conclusions nouvelles sur l'influence des gaz dissous dans la genèse des soufflures.

4° *Magnétochimie des alliages ferromagnétiques* (1). — Cette étude montre l'aide que peut fournir la magnétochimie dans l'étude de la constitution des alliages magnétiques, et plus particulièrement des aciers.

5° *Influence de faibles teneurs en manganèse sur la résistance mécanique des aciers au nickel* (2). — Diagrammes montrant que cette influence est beaucoup plus grande qu'on ne le prévoit souvent.

6° *Etude sur la fragilité que donne à l'acier doux l'écrouissage par traction ou l'écrouissage par compression* (3). — Cette étude a été entreprise avec le concours des Aciéries Electriques d'Ugine. Elle met en évidence la manière très différente dont se comportent les aciers étirés ou au contraire comprimés .La compression est beaucoup plus dangereuse que la traction, surtout pour les aciers un tant soit peu surchauffés. Ceci explique en particulier pourquoi dans les tôles embouties (les fonds de chaudières par exemple), les criques naissent facilement dans la partie interne des courbures dès que le rayon devient un tant soit peu trop petit. Toutefois, cette fragilité n'atteint pas un bon métal ; surtout un métal trempé et recuit.

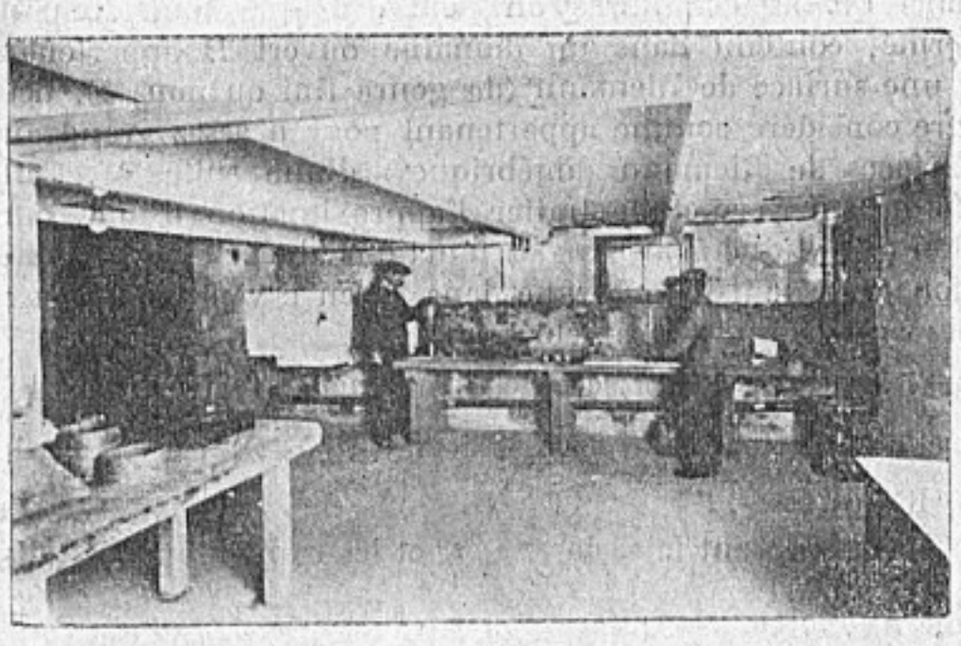


Fig. 25.

Salle de gâchage pour les essais de chaux et ciments.

(1) Etude expérimentale sur les transformations magnétiques du fer et des aciers. *Annales de Physique*, t. XVIII, p. 171, 1922. Ferromagnétisme et paramagnétisme. *La Technique Moderne*, t. XVI, p. 373, 1924.

(2) Quelques considérations sur les tôles de conduites forcées d'usines hydrauliques et sur les tôles de chaudières. *Le Génil Civil*, t. LXXXII, p. 12, 1923.

(3) Recherches sur la solubilité des gaz dans l'acier fondu. Vᵉ Congrès de Chimie Industrielle, nº spécial de *Chimie et Industrie*, p. 427, 1926.

(1) Magnétochimie des Alliages ferromagnétiques. IIIᵉ Congrès de Chimie Industrielle, nº spécial de *Chimie et Industrie*, p. 306, 1924.

(2) IVᵉ Congrès de Chimie Industrielle. Nº spécial de *Chimie et Industrie*, p. 277, 1925.

(3) *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLXXXIV, pp. 188 et 737, 1927.

CONCLUSION.

La simple liste de ces travaux montre assez nettement l'orientation des recherches du laboratoire, son activité et ses possibilités. Aussi l'intérêt que les industriels portent à cet organisme va-t-il en croissant. Ils viennent du reste de le lui montrer, en reconstituant sous la présidence du grand industriel grenoblois, M. Aimé Bouchayer, la Société des Amis du Laboratoire des Essais mécaniques et physiques des métaux, chaux et ciments de l'Institut Polytechnique de Grenoble. Cette collaboration affectueuse est d'excellente augure pour l'avenir d'une institution dont le besoin se faisait sentir, car il n'en existe malheureusement pas beaucoup de semblables en France.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Novembre 1927). — *Arithmétique.* Appelant nombre primaire tout entier α tel que le plus petit entier ordinaire, multiple de α soit une puissance d'un nombre premier, M. *Eugène Cahen* annonce que tout entier algébrique peut être décomposé, d'une manière unique, en un produit de facteurs primaires.

Théorie des fonctions. 1. M. *Miloch Radoitchitch* précise dans quelles conditions on peut dire que tout domaine fermé, contenu dans un domaine ouvert D appartenant à une surface de Riemann (de genre fini ou non) Σ, peut être considéré comme appartenant pour n assez grand aux surfaces de Riemann (algébriques) d'une suite Σ_n. Cette notion lui permet de traiter l'approximation d'une fonction analytique $f(z)$ par des fonctions algébriques, la fonction $f(z)$ étant holomorphe dans D (en n'y présentant que des points critiques algébriques.

2. M. *Krawtchouk* étudie les fonctions à singularités réelles, développables sous la forme $R_0 + \Sigma \frac{R}{1-\alpha z}$, ($R_0 \geqslant 0$, $R > 0$).

3. Envisageant la série $\Sigma a_n z^n$ et les expressions V_n telles que $nV_n = |a_1| + \sqrt{|a_2|} + \ldots + \sqrt[n]{|a_n|}$, M. *G. Polya* énonce divers résultats dont l'un répond à une question posée par M. Valiron : si $\lim V_n = 0$, le domaine d'existence de la fonction définie par la série est simplement connexe.

Analyse. 1. Soit $\Sigma c_{mn} x^m y^n$ une fonction hypergéométrique générale de x et y (c'est-à-dire telle que $c_{m+1,n} : c_{mn}$ et $c_{m,n+1} : c_{mn}$ soient des fonctions rationnelles fixes f : f_1 et g : g_1 de m et n); M. *Richard-Birkeland* établit ce résultat remarquable : les polynomes f, f_1, g, g_1 sont décomposables en produits de facteurs $K(am+bn+c)$ où a et b sont entiers.

2. M. *Mandelbrojt* indique comment la Note récente de MM. Widder et Gergen se rattache à ses propres travaux; malgré la généralisation que M. Polya a apportée à ces travaux, la Note en question conserve tout son intérêt en raison de sa simplicité.

3. Pour intégrer les équations $y' Q(x,y) = P(x,y)$, M. *Edm. Lahaye* présente un procédé d'intégration qui combine, notamment, l'intégration par parties avec la méthode d'approximations successives.

4. Soit $f_n(z)$ une suite de fonctions holomorphes dans un domaine D et y convergeant uniformément vers $+\infty$; M. *S. Mandelbrojt* montre qu'à tout domaine fermé D_1 contenu dans D on peut faire correspondre un nombre fixe fini $\alpha > 1$ tel que pour z_0 et z_1 quelconque dans D_1 on ait :

$$\frac{1}{\alpha} < \frac{\log |f_n(z_1)|}{\log |f_n(z_0)|} < \alpha$$

pour $n > n_0$; il en déduit diverses conséquences.

5. Soit $f(z)$ une fonction entière de $z = ze^{i\theta}$; M. *W. Gontcharoff* appelle droite de Julia ou (J) les droites $\theta = \theta_0$ telles que la famille $f(tz)$ ($t \geqslant 1$) cesse d'être normale en un point $\theta = \theta_0$; l'Auteur indique diverses propriétés des droites (J); leur position est liée non seulement à l'ordre de croissance des modules des zéros mais aussi à la régularité de leur croissance.

6. Appelons ensemble d'unicité tout ensemble de points x tels que si deux séries $\Sigma a_\nu x^\nu$ et $\Sigma b_\nu x^\nu$ y convergent et y prennent les mêmes valeurs les séries sont identiques. Cela étant, M. *F. Leja* démontre ce théorème : si la série $\Sigma a_{\mu\nu} x^\mu y^\nu$ converge (au sens de Pringsheim) en des points (x, y) — où x est fixe et où y parcourt un ensemble d'unicité, — toutes les lignes de la série convergent aussi. La frontière du domaine de convergence absolue étant représentée par

$|y| < \varphi |x|$ pour $0 \leqslant |x| \leqslant R$ et $|x| \leqslant$ pour $0 \leqslant |y| < \varphi(R)$

on trouve que les points de divergence tels que $|x| = R$ ne peuvent être isolés dans la frontière.

7. Précédemment, M. *Georges Alexits* a introduit des fonctions continues possédant des séries de Fourier divergentes sur un ensemble de mesure > 0; la démonstration reposait sur l'égalité de l'ensemble de convergence et de l'ensemble de convergence simplement uniforme; cette égalité n'est pas toujours réalisée; mais on peut remplacer la convergence simplement uniforme par un autre mode de convergence qui assure la validité de la démonstration.

8. Poursuivant ses recherches sur le problème de Riemann, M. *J.-A. Lappo-Danilevski* construit les expressions analytiques explicites de toutes les bases régulières et de tous les systèmes de substitutions différentielles correspondants, les substitutions intégrales, à déterminants différents de zéro étant données arbitrairement.

9. Précédemment, M. *Nicolas Mouskhelichvili* (*Muschelisvili*) avait montré comment on peut calculer la solution exacte du problème biharmonique lorsque le contour limite une aire correspondant à l'intérieur du cercle $|\zeta| = 1$ par la transformation rationnelle $z = \omega(\zeta)$; si le contour est une courbe fermée analytique quelconque, la méthode fournit une solution approchée du problème : on substitue à la série de Taylor $\omega(\zeta)$ l'ensemble de ses $n+1$ premiers termes.

Géométrie différentielle. 1. M. *Alexandre Pantazi* étudie les correspondances $C_{2.n+2}$ et $C_{n-1,n+1}$ entre les arêtes de rebroussement de deux hypersurfaces développables d'un (E_n).

2. Appliquant ses résultats antérieurs, M. *Paul Mentré* montre notamment que le complexe linéaire osculateur à une réglée suivant une génératrice est formée de l'ensemble des congruences linéaires dont les directives sont les deux tangentes flecnodales de la génératrice; le complexe admet sur chacune de ses droites deux foyers inflexionnels doubles qui sont situés sur les surfaces flecnodales.

Géométrie infinitésimale. 1. M. *Bertrand Gambier* donne une démonstration simple du théorème de Meusnier, fondée sur la notion de contact et indique comment on peut former pour les surfaces des équations intrinsèques de la forme $\varphi(R, R', R'', R''', R^{IV}; T, T', T'', T''') = 0$ (dérivés prises par rapport à l'arc d'une courbe, de rayons de courbure et de torsion R et T, située sur la surface).

2. Etant données deux variétés V_m arbitraires infiniment voisines dans une V , M. *J.-A. Schouten* montre comment on peut exprimer tous les affineurs de l'une d'elles en fonction de ceux de la seconde, de l'écart et de ses dérivés. En particularisant on déduit des résultats des formules données par M. Levi-Cività (écart de deux géodésiques) et par M. Cartan (écart de deux variétés minima).

Géométrie algébrique : Généralisant un théorème de M. Bertini, M. *G. Nicoladzé* montre qu'un point multiple d'ordre *s* du système algébrique d'ordre *m* des courbes dans le plan est un point multiple d'ordre *s-m* au moins de la base de ce système.

Analyse vectorielle. Une surface ayant été divisée en triangles, formons le produit alterné triple des trois vecteurs appartenant à un champ donné et issus des sommets d'un triangle; la limite de la somme de ces produits mixtes constitue, pour une surface fermée l'intégrale de Kronecker-Picard de la surface; elle généralise la notion de courbure intégrale de Gauss. M. *Y. Rainich* étend ces considérations aux champs de tenseurs alternés de S_4, ces tenseurs vérifiant en outre les conditions $F_{12} = \pm F_{34}$, $F_{13} = \pm F_{42}$, $F_{14} = \pm F_{23}$.

Mécanique. Etant donné un système de forces, M. *Kolosoff* lui associe, par des équations vectorielles simples, un point remarquable qui jouit de propriétés astatiques simples.

Mécanique céleste. Poursuivant ses importantes recherches sur les figures d'équilibre, M. *R. Wavre* montre que lorsque la vitesse angulaire ne dépend que de la distance à l'axe de rotation, le potentiel newtonien à l'extérieur ne dépend que de la surface libre, de la vitesse angulaire et de la masse totale.

Hydrodynamique. 1 . M. *J. Grialou* étudie l'écoulement d'un liquide parfait dans l'hypothèse d'un mouvement vertical plan et d'un régime permanent.

2. Lorsqu'un solide se meut dans un liquide indéfini il est soumis à la force d'inertie de la masse additive et à la force de Joukowski; s'il existe dans le voisinage une paroi fixe ou un corps immobile non seulement les forces précédentes sont modifiées, mais encore, comme l'indique M. *Basile Demtchenko* il s'en produit deux autres : la force de la variation de la masse additive et la force cyclique.

Aérodynamique. 1 et 2. En modifiant la fonction transformatrice qu'il avait introduite. M. *E. Carafoli* simplifie la construction des profils d'aviation; il montre en outre comment on peut réaliser un dièdre non nul à la pointe.

Astronomie. Comme l'indique M. *Thadée Banachiewicz* les formules de Gauss et celles de Delambre peuvent être généralisées pour un polygone sphérique grâce à la multiplication de certaines matrices dont les éléments sont égaux à 0,1, cos ou sin α, α désignant un angle ou un côté du polygone ou sa moitié.

Physique mathématique. 1. M. *Th. de Donder* montre comment on peut former les équations du champ gravifique pour le problème des *n* corps et comment on peut mettre le problème en équations, dans la théorie de la relativité.

2. *M. Louis de Broglie* forme les équations de Lagrange de la Mécanique ondulatoire. Elles contiennent un terme nouveau, dû à la variabilité de la masse. Dans l'hypothèse où le champ gravifique est nul et où il existe un nuage de corpuscules associés à une même onde, l'intégration permet d'entrevoir que la description dualiste par ondes et corpuscules ne constitue qu'un schéma commode, mais n'atteignant pas la réalité profonde. Quant à ψ il conviendrait de le considérer non pas comme un scalaire, mais comme un quadrivecteur.

3. M. *A. Lévèque* forme l'équation de la propagation de la chaleur pour un fluide visqueux en mouvement tranquille dans un tube cylindrique; il étudie notamment la variation du coefficient de convection.

Théorie des probabilités. 1. Soit $E_1, \ldots, E_n, \ldots$ une suite d'épreuves indépendantes; soit F_n une grandeur dépendant des *n* premières épreuves, dont la variation par rapport à E_k soit Ω_{nk} et soit D_n l'espérance mathématique de F_n ; M. *A. Kolmogoroff* montre que si $\Omega_{n1}^2 + \ldots + \Omega_{nn}^2$ tend vers o quand *n* augmente indéfiniment, la probabilité de $|F_n - D_n| < \varepsilon$ tend vers o, quelque petit que soit ε (F_n est assujettie à la loi des grands nombres).

2. Oltramare a montré que p_x désignant la probabilité de vie on peut écrire

$$\log p_x = \alpha_0 + \alpha_1 c^x + \alpha_2 c^{2x} + \beta_1 c^{-x} + \beta_2 c^{-2x};$$

M. *R. Risser* établit que les six systèmes de constantes à employer se ramènent à trois et qu'à chacun de ces systèmes se rattache une forme d'ajustement.

Théorie des erreurs. M. *Félix Leprince-Ringuet* envisage les équations $a_i x + b_i y + c_i z + \ldots - m_i = o_i$ ($i = 1, 2, \ldots$), où les quantités m_i sont supposées connues assez exactement, mais où les inconnues peuvent subir certaines variations par suite de l'incertitude des lois exprimées par les équations. L'Auteur se place dans l'hypothèse où les premiers membres comportent des écarts de même valeur probable, et il montre que si l'on veut substituer au système un nouveau système fournissant la meilleure approximation possible por les inconnues, celles-ci seront fournies par la méthode des moindres carrés.

RENÉ GARNIER.

Physique

La luminescence provoquée par les rayonnements radioactifs. — Les rayonnements des substances radioactives, qui représentent des émissions spontanées de l'énergie atomique, provoquent chez d'autres substances des luminescences qui, elles, décèlent des variations de l'énergie moléculaire, et par suite sont fonctions, dans une mesure plus ou moins large, de l'état physique et chimique du milieu.

Primitivement, on avait imputé ces effets à une recombinaison des ions succédant à une ionisation. Mais dans ces conditions, la luminescence produite eût dû être

d'intensité uniforme, ce qui ne s'est pas vérifiée dans les expériences faites en 1909-1910 par Marsden sur le sulfure de zinc. En leur temps, ces expériences avaient conduit Rutherford à présumer, dans la substance excitée, l'existence d'agrégats moléculaires, les « centres actifs », destructibles sous l'action des rayons alpha, avec production d'une luminescence tendant vers zéro, selon une loi exponentielle.

Puis, Patterson, Walsch et Higgins, montrant en 1917 que la luminescence du sulfure de zinc tend à atteindre un état de régime, furent conduits à rejeter l'hypothèse de Rutherford, et à reconnaître dans le phénomène une décroissance et une régénération simultanées, régies l'une et l'autre par une loi exponentielle. Cette manière de voir devait elle-même être mise en échec par les expériences de J.-A. Rodman, puis par celles de L.-E. Smith.

Reprenant à son tour la question, D.-H. Kabakjian, de l'Université de Pensylvania (1) suggère que les luminescences provoquées par les rayonnements radioactifs se ramèneraient à trois types distincts, dont l'un ou l'autre pourrait prédominer selon les cas.

Il prend, comme exemple de la luminescence du premier type, celle que manifeste le sulfure de zinc sous l'action des rayons alpha. L'énergie mise en jeu aurait alors son origine dans le rayonnement excitateur qui, par un processus réversible, serait susceptible aussi bien d'engendrer une modification moléculaire de la substance, que de la détruire.

D'autres substances ne deviennent luminescentes qu'irradiées à chaud, il en est ainsi du bromure de baryum soumis aux rayons alpha. Ce second type de luminescence résulterait de la destruction, sous le rayonnement radioactif, des configurations moléculaires stables, réalisées à haute température à la faveur de l'agitation thermique.

Dans le troisième type de luminescence, qui s'observe sur la fluorite et sur la calcite, c'est au contraire le rayonnement radioactif qui fournit l'énergie, et l'agitation moléculaire qui la libère. Il y a d'autant plus d'énergie absorbée que la température est plus basse. En irradiant à la température de l'air liquide, il suffit de revenir à la température ordinaire, pour que l'énergie absorbée se récupère sous forme de luminescence. Lorsqu'on chauffe, la luminescence s'avive beaucoup, et parfois en plusieurs stades, comme dans certaines fluorites.

Kabakjian met en doute le rôle éventuel de traces d'impuretés, dont la présence, dans un certain nombre de composés, ne serait nullement démontrée. Selon lui, il y aurait en général coexistence des trois types de luminescence, dont les proportions relatives seraient seules variables. Ce serait dans cette complexité qu'il faudrait chercher la véritable raison des difficultés d'interprétation.

S. V.

T. S. F.

Les possibilités des radioémissions dirigées. — Depuis les premiers jours de la T.S.F., on a eu l'idée de concentrer dans une direction déterminée un faisceau d'ondes radioélectriques exactement comme un faisceau lumineux. Les applications pratiques, notamment à la navigation maritime et aérienne, d'un système possédant cette propriété ont un intérêt immédiat. Voici à ce sujet quelques réflexions du Dr J. H. Dellinger, chef du laboratoire radioélectrique au Bureau of Standards.

La concentration d'ondes radioélectriques en un étroit faisceau est un problème qui est encore loin d'être résolu. Cependant les résultats obtenus sont très encourageants. Il y a environ dix ans, Marconi a montré que par l'emploi d'un système réflecteur parabolique, les ondes pouvaient être en partie dirigées dans une direction déterminée. L'intensité du champ le long de cette direction était plusieurs fois plus grande que l'intensité à 30° d'écart. Avec des ondes de l'ordre de 3 à 10 mètres, ces systèmes avaient des dimensions raisonnables et une application pratique est le radiophare tournant installé à Inchkeith en Ecosse et utilisé par les marins.

Le développement de tels systèmes a conduit à ce que l'on a appelé le « beam system » qui a été adopté pratiquement en Grande-Bretagne. De telles stations exécutent un trafic régulier entre l'Angleterre et le Canada et on en construit actuellement d'autres pour les communications avec les autres parties de l'empire britannique. Les longueurs d'onde utilisées sont de 100 mètres et au lieu d'employer les réflecteurs paraboliques mentionnés plus haut et dans le cas actuel très encombrants, on utilise des rideaux d'antennes. Les courants dans les différentes antennes ont des différences de phase telles que le champ est renforcé dans une direction déterminée et diminuée dans les autres. L'importance du « beam system » est dûe à l'économie de puissance que l'on réalise en concentrant l'énergie dans un faisceau, et non pas au secret des communications qui n'existe pas.

Mais c'est surtout en navigation que la nécessité des émissions dirigées se fait sentir. Si la radiogoniométrie ordinaire est d'un emploi précis en navigation maritime, elle est encore bien imparfaite pour la navigation aérienne. On a déjà utilisé les propriétés directives des cadres émetteurs. Un grand nombre de méthodes ingénieuses ont été imaginer pour indiquer à l'aviateur s'il s'écarte à droite ou à gauche de sa route. Aux Etats-Unis, une disposition très complète de ces cadres a été installée pour les lignes aériennees civiles et si l'on songe qu'il y a environ 15.000 kilomètres de lignes assurant régulièrement le trafic des voyageurs, du courrier, etc., on se rend immédiatement compte de l'importance de cet emploi des ondes dirigées.

Quant à savoir si les émissions dirigées peuvent mettre sur la voie du transport à distance et sans fil de l'énergie, M. Dellinger considère que pour des distances appréciables, ce dernier problème est une chimère. Il croit possible la construction d'une station pouvant chauffer une maison éloignée de quelques kilomètres, mais il estime que même la fortune de Henry Ford ne suffirait pas pour couvrir les frais d'une telle installation.

Enfin si la télécommande sans fil peut avoir à gagner à la production de faisceaux dirigés, il semble que les progrès de la téléphotographie sans fil et de la télévision ne soient pas intéressés par cette question.

P. Abadie.

Biologie

La nutrition minérale et la résistance des organismes aux maladies infectieuses. — L'importance des aliments minéraux dans la nutrition des organismes est fondamentale et c'est avec raison que M. P. Mazé vient d'insister sur le rôle biologique primordial des composés organominéraux qui, grâce à eux, sont élaborés dans la matière vivante.

Les recherches du même auteur sur la détermination des éléments nécessaires à la vie du maïs lui ont permis d'établir que « les végétaux supérieurs sont incapables

(1) Proceedings of the National Academy of Sciences, Janvier 1927.

d'assimiler un aliment minéral s'ils sont dépourvus de composés organiques renfermant cet aliment; mais si on met à leur disposition des traces de ces substances organominérales on leur confère la faculté d'assimiler les aliments inorganiques » (*Annales de l'Institut Pasteur*, septembre 1927).

M. Mazé considère avec raison que les composés organominéraux remplissent chez les plantes un rôle identique à celui des vitamines chez les animaux; ceux-ci peuvent, également édifier des composés organominéraux aux dépens des aliments inorganiques et remplacer les vitamines par des substances minérales. Ces dernières seraient donc en quelques sorte les principes actifs des vitamines qui « telles qu'elles sont définies jusqu'ici sont des groupes d'aliments minéraux et organominéraux.

Si l'on prive graduellement un organisme d'aliments minéraux, il devient peu à peu incapable d'élaborer les composés organominéraux indispensables à certaines fonctions physiologiques; on arrive ainsi, suivant la nature de la disette minérale, à supprimer des fonctions déterminées. On parvient même à retarder, puis arrêter le développement de certains organes qui restent à l'état embryonnaire tandis que d'autres évoluent normalement.

Cette importance primordiale de l'aliment minéral n'est pas seulement manifeste dans le développement de l'organisme et elle apparaît avec non moins d'évidence dans sa faculté de résister aux maladies parasitaires. M. Mazé a observé, en effet, que l'immunité naturelle des végétaux est « une conséquence directe d'une alimentation minérale riche et complète et des conditions atmosphériques favorables à une élaboration active de composés organominéraux qui sont les facteurs immédiats de cette immunité ».

Le rôle des éléments minéraux dans certaines fonctions chimiques de défense est aussi net quand on l'observe chez les végétaux inférieurs. Comme l'indique le même auteur, c'est ainsi que « la levure cultivée en présence du fluorure de sodium se protège en insolubilisant le fluor à l'état de fluorure de calcium. Si on la met en présence d'acide sulfureux ou d'un sulfite elle forme une combinaison d'acide sulfureux et d'aldéhyde privée de toxicité; dans un milieu fortement alcalinisé, avec de la soude par exemple, elle fait de l'acétate de sodium; il n'est pas douteux que d'autres corps toxiques de composition chimique définie provoqueraient la formation de composés non toxiques ». Certes si le résultat est simple le mécanisme qui le produit est compliqué; il y a, dit M. Mazé, orientation de toute l'activité chimique de la cellule dans un sens anormal en apparence, alors qu'en réalité, il ne s'agit que de l'exaltation de fonctions chimiques normales, Quoi qu'il en soit, dans cet exemple, aussi bien que dans tous ceux donnés par le même auteur, l'importance de l'aliment minéral et son double rôle d'aliment de construction et d'aliment de défense apparaissent en pleine lumière.

A. B.

Histoire des sciences

L'agriculture et l'industrie chimique (1). — Dans ces dernières années, le Ministère de l'Agriculture et ici il convient de rappeler le rôle capital joué par M. le Conseiller d'Etat, Eugène Roux a fait un effort considérable en faveur de notre agriculture.

Je veux rappeler seulement ici la création de ce puissant organisme, l'Institut National des Recherches Agronomiques auquel on a su rattacher des savants, parmi les plus éminents, en vue d'apporter à l'agriculture tous les secours de la science.

De même, la réalisation du projet trop longtemps discuté de cette usine de Toulouse qui, concurremment avec l'industrie privée, doit assurer largement les besoins de notre agriculture en engrais azotés et enfin, pour ne limiter, la signature de ces accords qui vont imposer à notre industrie alsacienne de la potasse un développement inespéré.

L'agriculture reste toujours, et cela de très loin, la première industrie française, comme elle reste l'industrie de synthèse par excellence.

Avec un capital foncier et un capital d'exploitation représentant une valeur vénale d'environ 250 milliards, les cultivateurs français en utilisant les radiations solaires, le gaz carbonique, énergie et matières premières gratuites, et en mettant en œuvre le sol arable enrichi de petites quantités de matières minérales, sortent chaque année du sol national 80 milliards de produits synthétiques riches en sucre, en amidon, en matières azotées ou en matières grasses.

L'industrie chimique qui ne met en jeu qu'un capital bien plus faible de l'ordre de cinq milliards, travaille par contre sous un régime constant et régulier; elle n'est pas, comme l'agriculture, dépendante des variations solaires et, toutes proportions gardées, elle produit plus à capital égal que l'agriculture. Ces deux industries sont d'ailleurs en liaison constante et ces liaisons vont se multipliant sans cesse. L'agriculture est en effet le client le plus important de l'industrie chimique et ses besoins en produits manufacturés par elle vont chaque jour croissant.

La grande industrie chimique fournit à l'agriculture le soufre et le sulfate de cuivre nécessaires au traitement de ses vignes; elle lui apporte le superphosphate, grand consommateur d'acide sulfurique; elle lui procure depuis plusieurs années des produits azotés synthétiques fabriqués de toutes pièces dans ses usines, produits qui, chaque jour, se substituent de plus en plus au nitrate minéral.

Après ces engrais primaires, l'agriculture réclame et réclamera surtout demain des engrais secondaires, c'est-à-dire ces matières minérales dont M. Gabriel Bertrand a montré, sous des doses très faibles, le rôle important en biologie. Par ces additions d'engrais secondaires il sera sans doute possible d'adapter certains types de sols à la culture des plantes pour lesquelles ils étaient restés jusqu'ici à peu près stériles.

La grande industrie chimique minérale s'oriente donc de plus en plus vers la fabrication des produits nécessaires à l'agriculture et elle a reçu, de ce fait, dans ces derniers temps, une impulsion et un développement sans précédents.

Si nos procédés de synthèse organique n'ont pas atteint la délicatesse des procédés mis en œuvre par la nature, il est cependant incontestable que nos procédés de laboratoire vont sans cesse en s'améliorant et que la catalyse, dont le rôle a été si bien mis en évidence par M. Sabatier, est appelée à révolutionner toutes nos méthodes de travail et à les rapprocher progressivement de ces processus naturels qui font notre admiration et restent, pour la plupart, dans le domaine du mystère.

A la suite des fêtes solennelles du Centenaire de la naissance de Marcelin Berthelot, de ce hardi pionnier de la synthèse organique, il est tout à fait de circonstance, de constater que l'industrie chimique organique évolue de manière à se rapprocher de plus en plus des synthèses totales.

Le carbone qui, par ses chaînons, constitue le squelette

(1) Extrait du discours de clôture du 7e Congrès de Chimie Industrielle prononcé le jeudi 20 octobre 1927.

de tous les corps organiques tend, en effet, comme il est logique, à devenir de plus en plus leur matière première. Pour atteindre ce résultat, deux directions différentes sont suivies par les chercheurs. Ou bien, on agit sur les chaînons qui préexistent dans la houille, et par l'influence de la chaleur ou de réactifs appropriés, on effectue sur ces chaînons plus ou moins hydrocarbonés des transformations intéressantes telles que la pyrogénation ou l'hydrogénation. Ou bien encore, on détruit ces édifices complexes par la gazéification, et les gaz résultants servent de matières premières pour la formation synthétique des substances les plus variées; carbures, alcools, cétones, acides, etc...

De quelques principes retirés du produit de pyrogénation de houille, est sortie, par une série de synthèses progressives, presque toute la série organique cyclique.

La série grasse qui avait échappé *pratiquement* jusqu'ici à cette systématique de la dérivation est à la veille de se constituer aussi par des condensations et additions progressives à partir de matières premières simples. C'est qu'en effet la théorie, et il ne s'agit pas ici des théories hypothétiques passagères, de ces outils provisoires de la pensée qui fourmillent dans la science, mais de la théorie basée sur les lois solides de la thermodynamique, cette théorie, dis-je, nous a appris, avant même que l'expérience l'ait mis en évidence, que le charbon gazéifié, c'est-à-dire le système oxyde de carbone et hydrogène, pouvait évoluer dans les directions les plus variées et engendrer les corps organiques de toutes fonctions. Si ces théories nous apprennent en toute certitude la possibilité de ces évolutions et nous renseignent sur les conditions de pression et de température les plus favorables à leur réalisation, par contre, elles ne nous renseignent en rien sur le mécanisme intime de cette réalisation. C'est donc à l'expérience qu'il faut s'adresser pour trouver les catalyseurs appropriés chargés d'orienter le système initial vers chacune des transformations désirées.

La tendance actuelle de l'industrie organique à réaliser ses synthèses à partir des molécules simples ou des éléments eux-mêmes entraîne une conséquence dont nous apercevons déjà les manifestations.

Cette industrie est appelée à se rapprocher de plus en plus de sa matière première essentielle, la plus importante et la moins chère, le charbon, ou ce qui revient au même, l'industrie houillère qui était essentiellement une industrie extractive évoluera de plus en plus vers l'industrie chimique.

En vérité, nous assistons de plus en plus à la réalisation dans le domaine industriel de sa réaction de synthèse et de plus en plus de ces synthèses totales, couronnement des synthèses partielles, suivant des processus dont toutes le caractéristiques ont été précisées et définies d'une façon magistrale par un jeune débutant en chimie, par Marcelin Berthelot, lors de ses premières recherches entre les années 1850 et 1860. Certes, si Wöhler avait déjà obtenu d'une façon fortuite la synthèse de l'urée, si Kohlle avait constitué de toutes pièces l'alcool, c'était là des cas isolés; qui n'entraînaient ave ceux aucune méthode de généralisation, c'est au génie de Marcelin Berthelot que nous devons incontestablement d'avoir fait de la synthèse une méthode générale de travail, d'en avoir dégagé tous les caractères et montré toute la fécondité.

CAMILLE MATIGNON,
de l'Académie des Sciences.
Professeur au Collège de France.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 5 décembre 1927.
(Suite).

GÉOLOGIE. — *Paul Fallot* (prés. par M. Pierre Termier). **Sur la région montagneuse comprise entre Priego et Cabra (Andalousie).**

Le dôme de la Sierra de Cabra s'ennoie au Nord et à l'Ouest. Sa couverture supporte à l'Est (Lobatejo) et au Sud (Cerros de Jarcas) des masses en recouvrement très complexes auxquelles semble se rattacher la Sierra Alcoïde, dont le Kemper de base s'étend largement vers Alcandete mais ne doit pas être en place.

Le contact toujours étrange du Crétacé et du Keuper ne serait pas normal et ses particularités et intrications résulteraient du chevauchement des marnes plastiques du Crétacé par la masse plastique du Keuper.

Vers le Sud, c'est aux digitations ou imbrications de cette masse charriée supérieure que se rattacheraient la Sa de Jaula, la Sa Horconera et peut-être enfin, 15 km. au Sud-Ouest, la Sa de Araceli.

— *L. Gaurier* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur une forme particulière de comblement dans quelques lacs de haute montagne.**

La présente Note concerne les cônes de déjection formés dans certains lacs très encaissés, au débouché des couloirs d'avalanche. Quel que soit l'endroit du talus où s'arrêtent actuellement les éboulis amenés par les avalanches annuelles, il serait intéressant de surveiller leur progression; c'est d'autant plus souhaitable pour le lac d'Oo que celui-ci est le régulateur d'usines très importantes et qu'il a deux cônes de déjection s'avançant l'un vers l'autre, précisément dans la zone où s'ouvre la galerie de prise d'eau.

HYDROGÉOLOGIE. — *Adolphe Lepape* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur l'origine de la radioactivité des sources de Bagnère-de-Luchon.**

Pour toutes les sources du Sud, la radioactivité varie en sens inverse de la sulfuration. Tout se passe comme si les eaux des divers griffons provenaient d'une eau profonde unique, très sulfurée et très peu radioactive (40 mg. 6 de S, 2 millimicrocuries de radon), à laquelle se mélangent des eaux superficielles non sulfurées et diversement radioctives (16 à 52 millimicrocuries). En fait, il est peu probable que l'ensemble de ces sources dérive d'une seule veine profonde, mais il ressort des résultats observés que les filons sulfurés originels qui donnent naissance à la gamme si variée des sources du Sud présentent une étroite analogie chimique et sont peu radioactifs.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *E. Bataillon.* — **Les mitoses d'activation simple dans les croisements chez les Batraciens.**

Les formes mitosiques de l'activation simple émergent de ces croisements dans les conditions les plus variées. Tantôt les spermies ne pénètrent pas; tantôt une tête unique ne s'engage que partiellement; tantôt un seul élément

mâle est immobilisé dans un vitellus grossier qui entrave au moins pour longtemps toute action régulatrice; tantôt enfin (*Hyla* ♀ × *Molge alp.* ♂), les spermies criblent l'œuf sans édifier de spermaster.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Lucien Daniel* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Variations de l'appareil sécréteur chez diverses plantes greffées.**

L'auteur a étudié quelques greffes d'Euphorbiacées, de Composées et de Conifères. Dans des greffes d'*Abies pungens* et d'*Abies Weitchii* sur *Picea excelsa*, il a constaté au niveau du bourrelet et au-dessus, que les canaux sécréteurs des épibiotes avaient augmenté en nombre et qu'ils existaient à la fois dans l'écorce et le bois comme chez l'hypobiote. La transmission des caractères du *Picea* aux *Abies* constituerait un exemple très net de l'influence spécifique de l'hypobiote sur l'épibiote.

ALGOLOGIE. — *R. Dostal.* — **Observations morphogéniques sur le *Caulerpa prolifera* de la baie de Villefranche-sur-Mer.**

Dans la baie de Villefranche, l'auteur distingue deux formes de croissance du *Caulerpa prolifera;* l'une, couvrant le fond en touffes épaisses, caractérisée par de courts stolons avec frondes ressemblant à celles de la forme *zosterifolia;* l'autre, par la forme ovale de ses frondes correspondant à la forme *obovata*. C'est surtout la forme provenant de la vase qui se transforme à la fin de l'hiver, çà et là, en la forme *dichotoma* à prolifications très étroites et dichotomiques. Une forme minime présente, à cause de sa consistance de frondes plus dure, l'aspect de la forme *firma* Kützing.

EMBRYOGÉNIE. — *Louis Bounoure* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **Le chondriome des gonocytes primaires chez *Rana temporaria* et la recherche des éléments génitaux aux jeunes stades du développement.**

Le stade le plus jeune où l'auteur a constaté l'existence des gonocytes correspond au moment où le dos de l'embryon vient de se constituer et où la saillie caudale va commencer à se développer. Il est encore très éloigné du stade où le têtard, ayant acquis sa queue et ses branchies, sortira de ses enveloppes et développera sa première ébauche génitale.

Ainsi, tout en reconnaissant pour la première fois, sous une forme très nettement caractérisée, le chondriome des gonocytes primaires, l'auteur a pu faire un nouveau pas vers la solution de l'important problème biologique relatif à l'existence indépendante, *ab ovo*, de la lignée germinale.

ANATOMIE. — *Paul Chabanaud* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **L'organe nasal de *Solea vulgaris*. Quens.**

La présence, chez les *Soleidæ*, d'un os préorbital et d'un sac muqueux accolé à la rosette sensorielle, ainsi que la centralisation fonctionnelle du sac infrasphénoïdien sont autant d'observations qui avaient échappé, jusqu'ici, à l'attention des anatomistes.

TÉRATOLOGIE. — *F. X. Lesbre* et *R. Tagand.* — **Sur un monstre triple de l'espèce ovine.**

Le sujet de cette Note est un agneau mort-né à terme, qui était simple en haut (une tête et un cou uniques), double au milieu, triple en bas (3 paires de membres pelviens et 2 queues inégalement longues).

Les traits essentiels de l'organisation de ce monstre se résument en ces quelques mots : un *ischio-sternopagé monocéphalien pygomèle.*

PHYSIOLOGIE. — *Denis Bach* (prés. par M. L. Guignard). — **La nutrition azotée des Mucorinées. Assimilation de l'azote uréique.**

Sur le milieu où l'azote est fourni sous forme d'urée, seules, quelques espèces ont un développement normal. (*Cunninghamella echinulata*, *Helicostylum piriforme*, *Absidia cærulea*, *A. glauca*, *Glomerula repens*, etc.).

Tous les *Mucor*, les *Circinella* donnent des cultures franchement médiocres.

Les *Rhizopus* s'opposent, d'une façon complète, aux autres espèces. Ce sont des champignons qui produisent, aux dépens du sucre, une grande quantité d'acides organiques, et qui, ici, abaissent le pH du milieu jusqu'à 2,8, 2,6 et même 2,4.

— *Angel Establier y Costa* et *Charles Kayser* (prés. par M. Roux). — **Sur les effets de la piqûre du quatrième ventricule : hyperallantoïnurie et troubles de la régulation thermique.**

L'hyperallantoïnurie suit toujours la piqûre du 4e ventricule; elle est aussi constante que la polyurie et la glycosurie. Tous les animaux opérés présentent une hypothermie ayant son maximum 3 ou 4 heures après la piqûre. L'hypothermie est le témoin d'un trouble de la régulation thermique.

— *J. E. Abelous* et *H. Lassalle* (prés. par M. Charle Richet). — **Influence de la section d'un nerf sur l'excitabilité générale du système nerveux.**

La méthode de chronaximétrie de Bourguignon, utilisée par les auteurs, permet de suivre de jour en jour les variations de l'excitabilité neuro-musculaire, sans qu'il soit nécessaire de mettre l'organe à nu. Les expériences ont été identiquement conduites sur quatre lapins. La rhéobase et la chonaxie du tronc du sciatique poplité interne droit sont tout d'abord déterminées. Le sciatique gauche est alors sectionné, et dans les jours qui suivent, tandis que le tronc nerveux dégénère, les valeurs des paramètres d'excitabilité sont systématiquement recherchées pour le sciatique droit demeuré intact.

On voit, par les chiffres obtenus, que l'excitabilité nerveuse augmente nettement du 20e au 30e jour comme en témoignent les abaissements du chiffre de la rhéobase et de la chronaxie.

Il semble, d'après les auteurs, que l'explication humorale de la modification d'excitabilité nerveuse, conséquence de la présence dans le sang de produits incomplètement élaborés de la substance nerveuse en voie de dégénérescence soit au moins très vraisemblable.

PHARMACODYNAMIE. — *Michel Polonovski* et *René Hazard* (prés. par M. A. Desgrez). — **Action de la N — méthylgranatoline sur la circulation, le pneumogastrique et le cœur.**

La N-méthylgranatoline produit lors de la première injection des effets circulatoires assez analogues à ceux de l'adrénaline; ces effets ne se renouvellent pas lors des injections ultérieures qui produisent au contraire, outre l'inexcitabilité progressive du vague, un abaissement de la pression sanguine et une ralentissement du rythme que l'on peut sans doute rapporter à une action dépressive sur le myocarde.

BIOLOGIE. — *Perrot-Maisonneuve* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **Sécrétion et utilisation de la cire chez l'abeille (*Apis mellifica*).**

Les expériences relatées dans cette Note confirment que la sécrétion de la cire dans les conditions normales de l'existence de l'abeille (en dehors de la crise d'essaimage), est bien une nécessité économique et non une fonction biologique et que cet hyménoptère, pour éviter cette sécrétion et pour économiser son produit, revenant aux habitudes ancestrales, met volontiers en œuvre des substances étrangères plastiques quand elle les a à sa disposition.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Maurice Piettre* et *André Chré-*

tien (transm. par M. Matignon). — **Influence de quelques électrolytes sur les phénomènes d'agglutination.**

De ces premières recherches sur les bacilles paratyphiques B se dégagent les conclusions expérimentales suivantes :

L'âge des microbes, dans les phénomènes d'agglutination ne paraît pas être une condition essentielle, primordiale. Il doit en être de même très certainement pour les autres bacilles du groupe, et probablement pour tous les microbes agglutinants.

Le facteur le plus important est l'état *chimique du corps bacillaire*, état qui se trouve beaucoup plus modifié par les produits de fermentation qu'on ne paraît l'admettre généralement en bactériologie.

La précaution indiquée d'opérer sur des bacilles jeunes, de préférence cultivés sur milieux solides, se justifie pleinement par la faible proportion des produits de fermentation libérés au début de la culture.

— *A. Blanchetière* (prés. par M. A. Desgrez). — **L'hydrolyse de l'ovalbumine par la pepsine dans ses rapports avec la formation des diacipipérazines.**

Les résultats obtenus concordent avec ceux de Linossier qui a montré que l'albumine cuite est attaquée plus lentement par la pepsine que l'albumine crue. La diminution de la vitesse et de la limite d'attaque serait donc due à la formation des diacipipérazines.

L'auteur estime que de nouvelles sont encore nécessaires avant de conclure définitivement à la présence ou l'absence des diacipipérazines dans les protéines naturelles.

PROTISTOLOGIE. — *Jean Delphy* (transm. par M. Henneguy). — **Sur la constitution de l'appareil nucléaire chez les Infusoires : les *Anoplophyimorphes*.**

L'auteur a montré antérieurement que le macronucléus des Anoplophryes, d'aspect homogène *in vivo*, montre à l'examen une hétérogénéité remarquable. Ce sont les conditions de cette hétérogénéité qu'il observe aujourd'hui de plus près, par l'application de certains procédés cytologiques.

— *G. Lavier* (prés. par M. F. Mesnil). — **Particularités du noyau chez les Trypanosomes du groupe *brucei*, d'isolement récent.**

Le noyau n'est pas visible chez l'animal vivant, mais il peut être mis en évidence par certains colorants vitaux. La situation du noyau est généralement centrale; cependant un certain nombre d'individus appartenant pour la plus grande partie à la forme courte et trapue ont le noyau nettement déplacé soit vers l'arrière, soit vers l'avant.

Dans certaines conditions de l'infection du cobaye, on rencontre dans les frottis des individus totalement dépourvus de noyau.

— *Raymond Poisson* (prés. par M. F. Mesnil). — **Sur une Eccrinide nouvelle : *Tæniellopsis orchestiæ* nov. gen., nov. sp., Protophyte parasite du rectum de l'*Orchestia bottæ* M. Edw. (Crust. amphipode). Son cycle évolutif.**

L'auteur résume dans cette Note le cycle évolutif d'une Eccrinide, nettement différente de l'*Eccrinella*, et parasite du rectum de l'*Orchestia bottæ*. Elle paraît devoir constituer un genre nouveau qu'il désigne sous le nom de *Tæniellopsis orchestiæ*, afin de rappeler sa parenté avec les *Tæniella*, Eccrinides également parasites de Crustacés.

PHYSIOPATHOLOGIE. — *Jules Amar* (prés. par M. d'Arsonval). — **Lois de l'action pathogène.**

L'action pathogène est une action de masse des germes nuisibles par leurs sécrétions, et en équilibre physiologique avec le milieu par des effets de surface. Elle procède par combinaisons organiques stables ou instables suivant les cas, et elle détermine, à une vitesse finie, l'histolyse et l'asphyxie cellulaires, épuisant d'autre part les ressources nutritives et la vitalité du tissu attaqué. Cela permet souvent d'organiser la défense de l'économie.

P. Guérin.

Séance du 19 décembre 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Lainé* (prés. par M. Goursat). — **Sur les équations $s = f(x, y, z, p, q)$ qui sont de la première classe.**

— *Paul Flamant* (prés. par M. Emile Borel). — **Le développement d'une transmutation linéaire en séries de puissances de la différenciation finie.**

THÉORIES DES NOMBRES. — *André Weil* (prés. par M. Hadamard). — **L'arithmétique sur une courbe algébrique.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *J. Favard* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les fonctions mésomorphes normales du groupe des translations.**

— *Henri Milloux* (prés. par M. E. Borel). — **Sur la théorie des fonctions entières d'ordre fini.**

— *Georges Valiron* (prés. par M. E. Borel). — **Sur quelques propriétés des fonctions entières.**

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Paul Mentré* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur les déplacements projectifs de deux faisceaux plans à droite commune.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Belzecki* (prés. par M. Mesnager). — **Sur un cas de vitesses critiques dans les mouvements d'une locomotive sur les rails.**

HYDRODYNAMIQUE. — *A. Véronnet* (transm. par M. Appell). — **Evolution des figures d'équilibre d'une masse fluide hétérogène. Impossibilité d'un dédoublement.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *A. Lévêque* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Essai d'une théorie approchée de la transmission de chaleur par convection dans un tube cylindrique circulaire parcouru par un fluide réel animé d'un mouvement turbulent.**

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *P. Villard.* — **Sur la loi d'absorption des rayons X par la matière.**

RELATIVITÉ. — *E. Brylinski.* — **Sur la vitesse de la Terre.**

L'auteur expose les causes du désaccord qui existe entre lui et MM. A. Picard et E. Stahel au sujet d'une Note publiée récemment par ces deux savants (*C. R.*, 185, 1927, p. 1198). Il conclut que si l'on s'abstient de toute idée préconçue, les expériences effectuées au Rigi en septembre 1927 par MM. Picard et Stahea tendraient plutôt à confirmer qu'à infirmer les résultats de Miller.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *G. Rougier* (prés. par M. Deslandres). — **Observations du III^e^ satellite de Jupiter.**

En août 1927, l'auteur a pu observer, dans la lunette de 0 m. 83 de Meudon, la tache sombre signalée par Antoniadi sur le III^e^ satellite de Jupiter; il a pu en distinguer la forme et en exécuter un dessin. Les observations effectuées confirment les conclusions d'Antoniadi relatives à la durée de révolution du satellite autour de Jupiter.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *E. Mathias.* — **Mesures magnétiques dans les Hautes-Pyrénées, le Gers et la Haute-Garonne.**

Les mesures faites dans 37 stations, sont exposées dans un tableau. Comparées aux mesures anciennes de Moureaux et de Mathias, elles donnent pour la variation séculaire de D, I, H, entre le 1^er^ janvier 1896 et le 1^er^ janvier 1922 des différences remarquablement concordantes.

ÉLECTRICITÉ. — *Cordonnier* et *Guinchant* (prés. par M. Cotton). — **Pouvoir inducteur à l'état gazeux.**

Les mesures ont été effectuées à la température ordinaire sur une trentaine de gaz. Dans tous les cas étudiés, il a été observé que le pouvoir inducteur augmente

en passant d'un corps à son homologue supérieur. Pour un corps normal, la substitution de CH^3 à H doit faire croître la réfringence moléculaire de 4,6 ce qui correspond sous l'état gazeux à une augmentation du pouvoir inducteur voisin de 0.00006. L'accroissement devient plus grand quand la molécule contient un radical électronégatif.

ÉLECTRO-MAGNÉTISME. — *Rouelle* (prés. par M. Paul Janet). — **Sur le démultiplicateur de fréquence ferromagnétique.**

L'auteur a étudié les lois régissant les régimes de démultiplication : passage d'un régime de courant à un autre d'intensité moindre et passage d'un régime de courant à un autre plus intense.

Cherchant les conditions dans lesquelles se produit le désamorçage des sous-harmoniques, il a observé qu'il existe au moins deux valeurs critiques α et α'' du paramètre variable pour lesquelles a lieu le désamorçage et à l'extérieur desquelles le réamorçage ne peut plus se produire.

SPECTROSCOPIE. — *Georges Déjardins* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Spectres du phosphore pour différents degrés d'ionisation.**

L'étude des variations observées dans la décharge sans électrodes conduit à la séparation des spectres caractéristiques des différents degrés d'ionisation de l'atome de phosphore. L'ensemble des résultats obtenus peut servir de point de départ pour le développement des classifications ébauchées par Millikan et Bowen. La présence sur les spectrogrammes d'un grand nombre de raies nouvelles montre que le spectre du phosphore est encore imparfaitement connu, particulièrement dans l'ultraviolet lointain, au-dessous de 2.700 A.

OPTIQUE. — *G. Simon* (prés. par M. Cotton). — **Franges de superposition entre deux lames semi-argentées constituées par des milieux d'indices différents.**

L'analyse, au spectroscope, de la lumière qui a traversé les deux lames montre, au voisinage de la superposition, que le champ est sillonné de franges qui ne sont plus uniformément réparties, comme dans le cas de deux milieux identiques; on aperçoit une frange large entourée de franges qui vont en se resserrant de part et d'autre de la frange large. Quand on augmente progressivement l'épaisseur de la lame mobile, on voit des franges très serrées apparaître du côté du rouge, puis se montre la frange centrale large, celle-ci se déplace du rouge au violet, en même temps que les franges latérales paraissent diverger de part et d'autre de la frange centrale.

— *P. Leroux* (prés. par M. A. Cotton). — **Etude du pléochroïsme de la tourmaline.**

L'étude de deux tourmalines bleues très pures a conduit aux conclusions suivantes : 1° Dès que l'absorption n'est pas très petite, il est impossible d'admettre, sans faire une approximation inacceptable, que K_0 est indépendant de la direction de propagation; 2° K_0 est plus petit pour la lumière se propageant perpendiculairement à l'axe.

CRISTALLOGRAPHIE PHYSIQUE. — *R. Gibrat* (prés. par M. P. Termier). — **Sur la structure à focales des corps smectiques.**

Cette étude conduit à rapprocher les corps smectiques des systèmes aimantés soumis à la pesanteur. Il est cependant très probable que, dans le cas présent, les forces capillaires jouent le rôle le plus important et qu'un changement suffisamment grand de leurs directions introduit un domaine focal différent.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *E. Bayle, H. George, A. Mache* (prés. par M. Louis Lumière). — **Sur l'immatriculation des œuvres d'art.**

L'empreinte digitale de l'artiste ne peut suffire à identifier sûrement une œuvre d'art, car par des procédés photomécaniques, les faussaires peuvent reproduire l'empreinte sur une copie ou une imitation de l'œuvre. Les auteurs proposent donc, de compléter la fiche d'identité par : 1° une photographie d'une partie du sujet prise sous une incidence donnée; 2° une radiographie donnant la projection sur les fils de la toile ou les fibres du bois de l'arrangement des touches de peinture; 3° une photographie de l'ensemble de l'œuvre servant à repérer les régions étudiées en détail.

RADIOLOGIE. — *A. Dauvillier* (prés. par M. de Broglie). — **Sur un tube à rayons X de longueur d'onde effective égale à 8 unités Angstrom.**

Le nouveau tube décrit par l'auteur est construit de manière à pouvoir absorber une puissance élevée sous une basse tension en offrant un champ d'irradiation étendu. Ce tube réalise une source pure et intense de rayons X de grande longueur d'ondes, dont la pénétration dans l'épiderme est comparable à celle des rayons ultraviolets, avec un quantum 300 fois plus grand et qui apparaît déjà comme un agent thérapeutique à la fois inoffensif et puissant.

PHOTOCHIMIE. — *H. Belliot* (prés. par M. J. Perrin). — **Essai d'interprétation des phénomènes d'inversion et de solarisation photographiques.**

Cette interprétation a porté sur les diverses expériences décrites par l'auteur, dans ses précédentes Communications (*C. R.* 182, 1926, p. 1609, et 183, 1926, p. 203 et 1279).

CHIMIE PHYSIQUE. — *W.-H. Keesom* et *M. Wolfke* (prés. par M. Villard). — **Deux états liquides différents de l'hélium.**

Il existe deux états différents de l'hélium liquide, qui passe de l'un à l'autre sous une pression de vapeur saturante d'environ 38 mm. de mercure. De ces deux états, l'hélium liquide II possède la densité la plus faible, la chaleur de vaporisation la plus grande, la tension superficielle la plus petite. La transformation de l'hélium liquide II en hélium liquide I est accompagnée d'une absorption de chaleur. La température de transformation est provisoirement fixé à 2°3 K.

— *B. Bogitch* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur quelques propriétés du nickel électrolytique.**

L'auteur a obtenu par un procédé d'électrolyse spécial un nickel qui est presque chimiquement pur. Il diffère des nickels d'origine française ou étrangère, car le nickel électrolytique, suivant son mode de préparation, offre d'importantes variations dans la forme, la composition chimique, la dureté, la densité et la façon dont il se comporte au recuit. L'auteur étudie dans cette note les propriétés de divers nickels et insiste particulièrement sur les phénomènes de recuit.

— *R. Delaplace* (prés. par M. Jean Perrin). — **Etude sur les gaz de cracking utilisés dans l'éclairage et le balisage des côtes.**

Cette étude porte sur les gaz d'huile de schiste utilisés par les services des Phares et qui forment trois groupes : gaz d'huile français (ancien et nouveau), gaz hollandais et gaz allemand. Dans aucun de ces gaz la liquéfaction et la rectification ne sont aussi complètes qu'on pourrait le désirer, en raison de leur composition chimique complexe. L'auteur signale que le gaz d'huile français obtenu par le nouveau procédé, utilisé actuellement, possède un pouvoir calorifique plus élevé que le gaz obtenu par l'ancien procédé et qu'il présente les avantages des gaz allemands

et hollandais relativement au grand pouvoir éclairant, à la stabilité et à la facilité de compression.

— *I.-N. Longinescu* (prés. par M. Jean Perrin). — **Nouvelle propriété additive des liquides.**

L'auteur établit sa démonstration à l'aide d'équations.

CHIMIE. — *A. Colani* (prés. par M. G. Urbain). — **Etude des systèmes : nitrate d'uranyle, nitrate alcalin, eau à 25°.**

Dans les systèmes où le nitrate alcalin est le nitrate de sodium ou le nitrate de potassium, on n'observe que deux phases solides, dans chaque système. Avec le nitrate d'ammonium on observe trois phases solides :

$UO^2(NO^3)^2$, $6H^2O$ — $UO^2(NH^4)^2(NO^3)^4$, $2H^2O$ — NH^4NO^3

Le sel double $UO^2(NH^4)^2(NO^3)^4\ 2H^2O$ paraît nouveau.

Il est bien cristallisé, lentement déliquescent et décomposable par l'eau.

En faisant cristalliser à froid dans l'acide nitrique de densité 1,33 un mélange équimoléculaire de nitrate d'uranyle et de nitrate d'ammonium on obtient le sel double anhydre UO^2, $NH^4(NO^3)^3$, sel facilement décomposable par l'eau à froid.

CHIMIE ORGANIQUE. — *R. Locquin* et *R. Heilmann* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur le mécanisme de l'oxydation des pyrazolines.**

Les produits basiques obtenus par la décomposition des pyrazolines au moyen des oxydants doux renfermeraient : 1° du pyrazol correspondant à la pyrazoline en jeu ; 2° des azimes correspondant respectivement à la cétone éthylénique A et à la cétone saturée B : 3° des composés pyrazoliniques de même poids moléculaire que lesdits azimes.

— *L. Palfray* et *Th. Duboc* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur le métaxylénol — 1.3.4 et quelques-uns de ses dérivés.**

Dans cette Note, les auteurs étudient le métaxylénol-1.3.4 et ses dérivés bromés et non bromés afin de mettre en évidence l'influence du brome dans des molécules semblables.

— *A. Kirrmann* (prés. par M. Ch. Moureu). — **La réaction des aldéhydes α-bromés.**

Les recherches précédentes avaient montré que les aldéhydes α-bromés et le bromo-œnanthol donnaient lieu à des groupes très distincts de réactions. De nouvelles expériences décrites par l'auteur, confirment les premières observations tout en donnant de nouveaux résultats.

— *W. Ipatief* et *B. Dolgof* (prés. par M. C. Matignon). — **Hydrogénation catalytique sous pression du paraoxytriphénylcarbinol et du paraxoydiphénylméthane.**

Dans une première phase, le paraoxytriphénylcarbinol s'hydrogène jusqu'au paraoxytriphénylméthane. Quant à ce dernier corps, lorsqu'il est soumis à une température de 220° sur la pression de 100 atmosphères, 50 p. 100 se décomposent en diphénylméthane; la partie non décomposée s'hydrogène presque quantativement (90 p. 100) ,à 270-280°, jusqu'au tricyclohexylméthane.

Le paraoxydiphénylméthane se transforme quantitativement, pendant l'hydrogénation à 260°, en dicyclohexylméthane.

L'hydroxyle phénolique se sépare pendant l'hydrogénation sous pression à 260-280° et l'hydroxyle alcoolique tertiaire, à 200-220°.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *J. Chappuis* et *A. Pignot* (prés. par M. C. Matignon). — **Sur la compression du gaz de ville.**

Les mélanges de gaz et d'oxygène, emmagasinés dans des bouteilles sous des pressions de 150 à 250 kg., ne sont pas inflammables s'ils contiennent moins de 10 p. 100 d'oxygène ; il sera prudent de garder une forte marge de sécurité et de ne pas dépasser une teneur en O de plus de 5 à 6 p. 100. Des expériences faites à 40° et 80° ont montré que l'élargissement de la région d'inflammabilité était très faible à ces températures ; en conséquence, les compresseurs employés devront être assez lents, avoir un nombre d'étages suffisant et un refroidissement assez actif pour que la température des gaz comprimés ne dépasse à aucun moment 80°. La réalisation de cette dernière condition peut être facilitée par un graissage par pulvérisation d'eau.

— *R. Lantz* et *A. Wahl* (prés. par M. Matignon). — **Action des amides primaires sur le nitroso-β-naphtol.**

L'amino-naphtol est obtenu par réduction de nitroso-β naphtol et l'acide aminonaphtol-sulfonique, produit intermédiaire, par réduction du bisulfite de sodium sur le ntroso-β-naphtol. Les auteurs avaient indiqué une réaction consistant à réduire le nitroso-naphtol, puis à réoxyder les produits de réduction en présence d'amines primaires. Ils ont entrepris les nouvelles recherches, faisant l'objet de cette Note, dans le but d'obtenir plus simplement le même résultat, en faisant agir directement les amines primaires sur le dérivé nitrosé du β-naphtol.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *E. Carrière* et *Brunet* (prés. par M. Moureu). — **Contribution à l'étude de l'huile de pépins de raisin.**

La composition approximative des acides de l'huile de pépins de raisins est la suivante :

Acide stéarique	10
— palmitique	5
— érucique	5
— alcool	10
— oléique	20
— linoléique	50

La présence d'acide érucique justifie le poids moléculaire moyen élevé de 300. L'huile de pépins de raisin, relativement visqueuse ne peut remplacer l'huile de ricin pour le graissage des moteurs car elle se résinifie par les chauffages prolongés.

CHIMIE AGRICOLE. — *G. Guittonneau* (prés. par M. Lindet). — **L'influence du soufre et des produits de sa solubilisation dans le sol sur la nitrification.**

La présence du soufre n'arrête pas la nitrification lorsque ce métalloïde se transforme directement en sulfates ; les hyposulfites apportent une entrave à peu près absolue à l'oxydation microbienne de l'ammoniaque.

L. FRANCHET.

LITHOLOGIE. — *A. Lacroix.* — **Les rhyolites et les trachytes hyperalcalins quartzifères, à propos de ceux de la Corée.**

D'une façon générale, les rhyolites et rhyolitoïdes hyperalcalines sont répartis en deux groupes, les *comendites* et les *pantellérites*. Comme dans la plupart des familles lithologiques, il s'agit là d'une série *continue*, dans quoi les divisions spécifiques représentent des *discontinuités* artificielles, établies, plus ou moins consciemment, pour la commodité des descriptions. L'étude des rhyolites coréennes permet de démontrer ce fait avec une netteté parfaite et de confirmer les conclusions auxquelles conduit la connaissance d'autres centres volcaniques, l'Afar (pays Somoli) et Pantelleria, en particulier.

LITHOLOGIE. — *M. E. Denaeyer* et *Jacques Bourcart.* — **Sur la composition chimique des laves de l'Ahaggar. Sahara central mission Jacques Bourcart, 1922-1923),**

Les roches analysées sont les suivantes : *phonolite néphélinique* et sodalitique à augite œgyrinique, œgyrive et œnigmatite ; *trachyte* quartzifère à œgyrine et lanéite; *basanitoïde labradorique; basalte β labradorique.*

La communauté d'origine des basaltes des plateaux et

des basaltes des vallées est manifeste. Leur parenté avec d'autres centres volcaniques du Sahara ne l'est pas moins.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Gabriel Bertrand* et *Jules Labarre*. — **Acétolyse de la mannocellulose : Obtention de nouveaux sucres, le tétramannoholoside et le pentamannoholoside.**

Les divers mannoholosides dont il est question dans cette Note ne peuvent être produits que par la dégradation progressive et la mannocellulose ou par l'association de plusieurs molécules de mannose sous l'influence des réactifs employés par l'acétolyse. Si, comme cela est le plus probable, le premier de ces processus est le vrai, le mannocellulose de l'ivoire végétal (*Phytelephas macrocarpa*) doit être considérée comme le résultat de l'association physiologique d'un nombre assez élevé de molécules de mannose, au moins égal à six et selon toute vraisemblance plus grand encore.

— *P. Delauney* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Synthèse biochimique du 5-bromosalicylglucoside β. Essai de synthèse du 3.5-dichlorosa-licylglucoside β.**

Le premier de ces corps est lévogyre. Il est réduit nettement, quoique faiblement, la liqueur de Fehling. L'acide sulfurique dilué et l'émulsine l'hydrolysent avec retour de la déviation vers la droite et augmentation du pouvoir réducteur de la solution. Pour la synthèse du second, 155 gr. de dichlorosaligénol ont été mis en contact, dans 530 cm³ d'acétone pure du bisulfite hydratée, avec 8 gr. de glucose et 5 gr. d'émulsine.

Cet essai montre que l'émulsine est capable d'exercer son action synthétisante sur un dérivé dihalogéné. Toutefois le glucoside formé n'a pu être isolé jusqu'à présent.

— *Marcel Labbé, Roubeau* et *F. Nepreux* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Influence du nickel et du cobalt sur l'action hypoglycémiante de l'insuline chez le lapin.**

Les sels de nickel et de cobalt favorisent et prolongent manifestement l'hypoglycémie insulinienne. Les expériences relatées dans cette Note montrent que l'adjonction à l'insuline de traces d'un sel de cobalt ou de nickel renforce son action.

GÉOLOGIE. — *Pierre Bonnet* (prés. par M. H. Douvillé) **Sur les caractères du géosynclinal sud-transcaucasien**

On se trouve en présence non seulement d'un géosynclinal paléozoïque exceptionnel, mais encore du seul géosynclinal actuellement connu renfermant une série stratigraphique continue et concordante, sauf la lacune et la discordance dues aux mouvements lithoniques, depuis le Silurien jusqu'à la fin du Tertiaire, avec conservation intégrale et sans métamorphisme du Paléozoïque au fond de ce géosynclinal replissé par les mouvements alpins.

— *Henri Schœller* (prés. par M. Pierre Termier). — **La nappe de l'Embrunais et le bord externe de la nappe du Briançonnais (zone du Galibier) suivis de France en Suisse.**

La zone du Galibier doit être distinguée de la nappe de l'Embrunais, car elle se rapproche beaucoup plus de la nappe du Briançonnais proprement dite, à laquelle l'auteur les rattache. C'est son bord externe.

— *Paul Fallot* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur la géologie de la région d'Antequera (Andalousie).**

Le chevauchement du Secondaire sur le Nummulitique apparaît le plus nettement au sud de la barrière d'Antequera. La coupe par le col de las Angustias, au sud d'Antequera, montre ce Nummulitique pendant au Nord et disparaissant sous les dolomies et calcaires du Torcal Alto.

D'après les contacts au pied des falaises nord et sud de ce puissant massif secondaire de Torral Alto et de son prolongement vers l'Est, on est fondé à supposer qu'il flotte sur le Nummulitique et que ses racines sont au sud des massifs primaires de la chaîne Bétique, comme M. Staub l'a prévu.

CYTOLOGIE. — *Marcel Mascré* (prés. par M. Guignard). **Action de quelques fixateurs sur le noyau de la cellule végétale.**

L'auteur a montré antérieurement quelle était l'action, sur le chondriome de la cellule végétale, des acides monochloracétique, cyanacétique, trichloracétique, employés seuls ou associés au formol. C'est de l'action des des mêmes fixateurs sur le noyau qu'il s'agit ici. M. Mascré a constaté que l'aspect des noyaux fixés en présence de formol est très différent de celui des noyaux fixés par les acides seuls. Le formol, qui respecte le réseau nucléaire des tout premiers moments de la prophase, détruit celui des noyaux « au repos ».

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *A. Maige* (prés. par M. Marin Molliard). — **Observations sur les phénomènes de chloroplastogenèse et de régression plastidale dans les cotylédons de diverses légumineuses.**

L'évolution des plastes chlorophylliens dans les graines des légumineuses étudiées comprend dans son ensemble deux grandes périodes, l'une de chloroplastogenèse accompagnée de synthèse amylacée et de croissance des cellules, l'autre de régression plastidale avec hydrolyse et arrêt d'accroissement.

Le phénomène de régression plastidale, signalé dans cette Note, est comparable à ceux qui ont été étudiés par Emberger chez les Ptéridophytes et par Mangenot chez les Algues; il en diffère seulement par ce fait que le retour du stromachlorophyllien à l'état incolore, se produit sans que cette régression soit accompagnée de variation morphologique autre qu'une simple diminution de masse.

BOTANIQUE. — *A. Guilliermond* (prés. par M. Molliard). — **Sur la cytologie des *Nematospora*.**

Le *N. Coryli* présente, comme le *N. Phaseoli*, des appareils sporifères qui ont tous les caractères des asques et peut être considéré comme une levure occupant, en raison de ses formations mycéliennes une position intermédiaire entre les Saccharomycétacées et les Endomycétacées. Au contraire, le *N. Gossypii*, qui apparemment se rapproche beaucoup des Endomycétacées, s'en éloigne par ses sacs sporifères : ceux-ci, en effet, offrent par leur formation les caractères d'un sporange et par tout le reste de son développement ceux d'un asque. Il semble donc, dit l'auteur, que l'on puisse le considérer comme une sorte d'intermédiaire entre le sporange et l'asque et peut-être à ce point de vue conviendrait-il de séparer le *N. Grossypii* du genre *Nematospora* et de le rapprocher des Hémiascées.

ALGOLOGIE. — *A. de Puymaly* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Sur un *Spirogyra* fixé, pérennant, se multipliant par marcottage.**

Il s'agit du *Sp. fluviatilis* chez lequel la faculté de se diviser s'est localisée dans les cellules de la région supérieure. Le thalle de cette Conjuguée offre donc une polarité très marquée, mais il y a plus. Certaines cellules du sommet des filaments cessent de se diviser, se renflent et deviennent plus ou moins claviformes. Dans certaines conditions, ces cellules germent sans s'être détachées de la plante mère et la plante se multiplie de proche en proche à la manière d'un fraisier.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *M. Bridel* et *Mme M. Desmarest* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur un procédé permettant d'extraire, du tourteau d'amande amère l'amygdaloside (amygdaline) et l'émulsine.**

Les auteurs ont réussi à préparer, avec le tourteau d'amande amère, l'amygdaloside et l'émulsine. En s'adres-

sant au tourteau pour préparer l'émulsine, on emploie une matière première 6 à 7 fois moins chère que les amandes et qui fournit, en outre, 30 gr. d'amygdaloside par kilogramme.

ENTOMOLOGIE. — *J. Legendre* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **La lutte contre les Moustiques par la concurrence larvaire entre zoophiles et androphiles.**

La race de *Culex pipiens* breton androphobe, dont l'auteur a noté en 1924 la substitution à Pons à la race saintongeaise androphile, a maintenu depuis trois ans sa position. Contrairement à ce qu'il a observé à Portrieux, elle visite les poulaillers mais en petit nombre, vu la multitude de moustiques, l'absence ou la rareté d'autres animaux domestiques. Aujourd'hui, à Pons comme à Portrieux, de nombreux Culex naissent et vivent près de l'homme sans que les habitants en soupçonnent l'existence; il faut les chercher pour les voir et l'on n'arrive pas à s'en faire piquer.

Cette lutte contre les moustiques par *concurrence larvaire* entre zoophiles et androphiles, que l'auteur a nommée *entomoprophylaxie*, est simple et peu onéreuse.

ZOOLOGIE. — *Maurice Azéma* (prés. par M. F. Mesnil). — **Excrétion *in vitro* du bleu de méthylène par les vésicules rénales d'une Ascidie.**

Les expériences relatées dans cette Note montrent non seulement la séparation des deux types d'excrétion, mais aussi leur indépendance réciproque. Alors que, dans la généralité des animaux, on ne peut guère, semble-t-il, imaginer le fonctionnement du rein, indépendamment de la coordination générale de l'organisme, on voit que, chez les *Ascidiidæ*, il est possible d'isoler expérimentalement l'organe excréteur et d'obtenir *in vitro* la continuation d'une activité physiologique propre.

BIONOMIE MARINE. — *Edouard Fischer* (prés. par M. L. Mangin). — **Rapport entre le pouvoir réducteur de l'eau de mer et la répartition des organismes du littoral.**

La richesse en matières réductrices dissoutes semble agir au premier chef sur la répartition des Nasses et des Sabelles, et peut expliquer notamment la présence de ce Mollusque et de ce Ver sur des substrats tout à fait anormaux, tiges de fer, maçonnerie.

BIOLOGIE. — *Chevey, L. Roule* et *Mlle Verrier* (prés. par M. Joubin). — **Sur l'interruption de la montée des Saumons par la diminution de la teneur des cours d'eau en oxygène dissous.**

La Dordogne, très riche en Saumons jusqu'à la seconde moitié du siècle dernier, n'en reçoit à peu près plus aujourd'hui. Les auteurs pensent que la cause effective doit être cherchée dans la faible proportion de l'oxygène dissous que contient l'eau de la rivière, cette proportion étant insuffisante pour convenir aux intenses besoins respiratoires des saumons pendant leur montée génétique.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *René Fabre* et *Henri Simonnet* (prés. par M. L. Guignard). — **Contribution à l'étude physiologique du glutathion par la méthode des perfusions.**

Les expériences relatées dans cette Note tendent à prouver que le glutathion n'est solubilisé que très lentement par perfusion au moyen d'une solution isotonique dans les conditions indiquées; le foie perd, par contre, rapidement son glycogène. Le glutathion réduit ne sort réellement de la cellule hépatique que si celle-ci est traumatisée par l'action d'une substance détruisant son équilibre physicochimique.

PROTISTOLOGIE. — *G. Lavier* (prés. par M. F. Mesnil). — **Sur la structure du corps parabasal des Trypanosomes.**

L'auteur est amené à considérer le corps parabasal des Trypanosomes comme formé d'un noyau chromophile résistant à l'alcool et à l'acide acétique et entouré d'une zone corticale chromophobe, extrêmement labile au contraire dans les acides et les alcools. Les réactions de coloration vitale de cette zone corticale sont extrêmement voisines de celles du chondriome à tel point que l'on est tenté de voir en elle une mitochondrie ayant subi une différenciation spéciale.

SÉROLOGIE. — *Mme Phisalix* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **Propriétés du sérum des Couleuvres Aglyphes appartenant au genre *Coluber* Lin.**

L'auteur compare, au point de vue des propriétés venimeuses, antivenimeuses et rabicides, le sérum des serpents dépourvus de glandes à venin et celui des espèces venimeuses. Avec le sérum de Vipère, la toxicité globale, le pouvoir antivenimeux *in vitro* vis-à-vis du venin de Vipère aspic et le pouvoir rabicide *in vitro* peuvent tous trois s'exprimer par le chiffre 1; avec le sérum de couleuvre d'Esculape, les deux premières propriétés étant représentées par 1, la troisième n'est que de 0,5; avec le sérum de couleuvre à échelons, les trois propriétés sont respectivement exprimées par 0,66, 1,5 et 0.

HYGIÈNE. — *Daniel Florentin* (prés. par M. Camille Matignon). — **Sur la composition de l'air des rues de Paris.**

L'air des artères du centre de Paris contient, pendant la journée, une quantité importante d'anhydride carbonique et une petite quantité d'oxyde de carbone. La pollution de l'air des rues diminue assez rapidement en fonction de la hauteur.

L'air des quartiers périphériques ainsi que celui de la banlieue est nettement moins pollué que celui du centre de la Ville, ce qui s'explique aisément par la faible densité de la circulation des voitures automobiles en ces points.

THÉRAPEUTIQUE EXPÉRIMENTALE. — *P. Lassablière* (prés. par M. Charles Richet). — **Effets biologiques et thérapeutiques de la sérosité des vésicatoires.**

Cette sérosité favorise la phagocytose en augmentant la leucocytose. Malgré ses propriétés immunisantes, cette sérosité ne détermine jamais de phénomènes de choc à la première injection, ni de phénomènes d'anaphylaxie après d'autres injections ultérieures.

Chez l'homme, les résultats ont été encourageants : 50 pour 100 des 12 tuberculeux traités ainsi ont vu leurs bacilles disparaître; la réaction de Wassermann est devenue négative chez 33 pour 100 des 9 malades traités. Un cas de régression manifeste chez une paralytique générale a été observé. L'auteur propose de donner à cette médication le nom de *phlycténothérapie*.

PHYSIOPATHOLOGIE. — *Jules Amar* (prés. par M. d'Arsonval). — **Action de masse et défense vitale.**

La loi de masse, qui caractérise l'action pathogène, signale aussi rigoureusement la réaction vitale défensive ou antipathogène. Elle emploie un mécanisme oxydant qui a son siège dans le noyau cellulaire, et, plus spécialement, dans les leucocytes les plus gros. Et elle s'efforce à rétablir l'équilibre protoplasmique troublé par poisons et toxines, qui sont des agents de réduction ou d'asphyxie nucléaire.

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. Paul Helbronner, membre de l'Académie a fait don d'un titre de rente en vue de

la création d'un prix annuel de 2.000 fr. destiné à la veuve d'un savant français dont elle aura aidé la carrière ou prolongé le souvenir, soit en collaborant avec abnégation à ses travaux, soit en présidant à la publication posthume de ses œuvres.

Ce prix portera le nom de « Prix Hélène Helbronner, née Fould. »

Congrès international du Cancer. — Un congrès international des recherches sur le cancer se tiendra à Londres, en juillet prochain, au siège de la Société royale de Médecine. Les savants du monde entier, qui s'intéressent à cette question ont été invités.

Voyage d'études. — Un groupe de 43 élèves âgés de 17 à 19 ans, appartenant aux grandes écoles d'Angleterre vont faire un voyage de 6 mois en Afrique du Sud. Choisis parmi les meilleurs étudiants, ils visiteront, au cours de leur voyage, les mines et les fermes, et aussi toutes les principales villes de l'Afrique du Sud et de Rhodésie du Sud.

Radiophonie. — Une Commission est instituée sous la présidence du Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts pour étudier et coordonner les questions relatives à l'utilisation de la radiophonie pour l'éducation et l'enseignement.

Sont nommés membres de cette Commission :

Le Directeur général des Beaux-Arts.

Le Directeur de l'Enseignement supérieur, vice-président.

Le Directeur de l'Enseignement secondaire.

Le Directeur de l'Enseignement primaire.

Le Directeur général de l'Enseignement technique.

M. Espiard, chef adjoint du Cabinet.

Le Recteur de l'Académie de Paris.

Les Doyens des Facultés de Droit, Médecine, Sciences, Lettres, Pharmacie

MM. Lamirand, Derome, Donady, Havard, Inspecteurs généraux de l'Instruction publique.

M. Jupeau, Inspecteur général de l'Enseignement technique.

Mlle Berthier, Inspectrice générale de l'Enseignement technique.

M. Fontègne, Directeur des Services d'Orientation professionnelle.

M. Barrier, Inspecteur d'Académie adjoint au Directeur de l'Enseignement primaire, secrétaire de la commission.

M. J.-L. Faure, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris, Président du conseil d'administration de l'Institut radiophonique d'extension universitaire.

M. Abraham, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris, vice-président du Conseil d'administration de l'Institut radiophonique d'extension universitaire

M. Truchy, Professeur à la Faculté de Droit de Paris, membre du conseil d'administration de l'Institut radiophonique d'extension universitaire.

M. Delacroix, Professeur à la Faculté de Droit de Paris, membre du conseil d'administration de l'Institut radiophonique d'extension universitaire.

M. Bracker, Proviseur du lycée Rollin.

M. Chamoux, Proviseur du lycée de Chartres.

M. Ripault, Directeur du Musée pédagogique.

M. Sennelier, Directeur d'école à Paris.

M. Antignac, secrétaire du conseil d'administration de l'Institut radiophonique d'extension universitaire.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — M. Jacob, Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse, est nommé Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Paris, en remplacement de M. Haug, décédé.

M. Garnier, Professeur de calcul différentiel et intégral est chargé d'un cours de mathématiques (chaire de M. Vessiot).

— *Faculté de Médecine.* — M. Champy, Agrégé, est nommé Professeur d'histologie, en remplacement de M. Prenant.

Un emploi d'Agrégé (Anatomie) est déclaré vacant. Les candidats devront faire valoir leurs titres dans le délai de trente jours, à compter du 18 janvier 1928.

Muséum National d'Histoire Naturelle. — M. Fosse, Professeur à la Faculté des Sciences de Lille est nommé Professeur de chimie au Muséum en remplacement de M. Simon, décédé.

Cours de Zoologie (*Reptiles, Batraciens et Poissons*). — M. Louis Roule, Professeur, a ouvert son cours le 18 janvier à 14 h. 30 et le continuera à la même heure les Mercredis et Vendredis suivants (au 1er étage des Galeries de Zoologie).

L'enseignement sera divisé en deux parties :

1° Zoologie descriptive et biologique : La biologie des Poissons dans ses rapports avec le milieu et l'habitat : Natation, nutrition, cycle alimentaire, respiration, vision, gustation, sens vibratoire.

2° Leçons d'application à la pisciculture et aux pêches. — Ces leçons commenceront fin février et seront annoncées ultérieurement.

— Les terrains de la portion du domaine de Versailles dite « Plaine de Chèvreloup » et le « poste de la porte de Bailly », d'une superficie totale de 205 hectares, 10 ares 8 centiares sont attribués au Muséum en vue de la création d'un « Arboretum ».

Ecole Polytechnique. — M. Décombe, répétiteur auxiliaire de Physique, est nommé répétiteur adjoint.

M. Bricout, ancien élève de l'Ecole, docteur ès-sciences, est nommé répétiteur auxiliaire de Physique.

Ecole nationale supérieure des Mines. — Sont maintenus dans les fonctions de membres du Conseil de l'Ecole, pour une durée de quatre années, à compter du 1er novembre 1927 :

Au titre de membre du Sénat :

M. Lebrun, sénateur, ancien ministre.

Au titre de membre de la Chambre des députés :

M. Loucheur, député, ancien ministre.

Au titre de membre du conseil municipal de Paris :

M. Rébeillard, conseiller municipal de Paris.

Au titre de membre de la chambre de commerce de Paris :

M. Kempf, président de ladite chambre.

Au titre de représentants de l'industrie des mines et de l'industrie de la métallurgie :

MM. Baclé, vice-président de la société anonyme des établissements Marrel frères, Ancien président de la société d'encouragement pour l'industrie nationale et de la société des ingénieurs civils;

Cuvelette, administrateur directeur général de la société des mines de Lens. Vice-président du comité central des houillères;

Grüner, président de la société des houillères de la Haute-Loire et de la société des aciéries de Paris-Outreau. Vice-président du comité central des houillères;

Théodore Laurent, vice-président de la compagnie des aciéries de la marine et d'Homécourt. Vice-président du comité des forges;

Lavaste, ingénieur en chef des mines adjoint à la direction générale de la compagnie de Saint-Gobain; Chauny et Cirey;

Pellé, administrateur délégué de la compagnie des phosphates de Gafsa;

Pardon, vice-président et administrateur délégué de la société des forges de Denain et Anzin. Vice-président du comité des forges;

Taffanel, directeur général de la compagnie des forges de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons, Membre du conseil du comité des forges;

François de Wendel, président du comité des forges de France.

Lambert-Ribot, délégué général de l'union des industries métallurgiques et minières.

Lemay, administrateur directeur général de la compagnie des mines d'Aniche. Membre du conseil du comité des houillères;

De Pyerimhoff, président du comité des houillères.

Université de Lille. — *Faculté des Sciences.* — Est approuvée la délibération du Conseil de l'Université portant création d'enseignement des mathématiques ainsi que de deux cours annuels de chimie (préparation aux certificats d'études supérieures de M. P. C.

M. Mandelbrojt est chargé provisoirement du cours de calcul différentiel et intégral (Chaire de M. Chazy).

— *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — M. Gérard, Agrégé, est nommé Professeur d'Anatomie, en remplacement de M. Debierre.

Université de Caen. — *Faculté des Sciences.* — M. Blanc, Professeur de physique, est nommé Doyen pour 3 ans à compter du 1er janvier 1928.

Université de Bordeaux. — *Faculté des Sciences.* — Le titre de Professeur sans chaire est conféré à M. Bourguel, Maître de Conférences.

Université de Grenoble. — *Faculté des Sciences.* — Le titre de Professeur sans chaire est conféré à MM. Dejean et Moret.

Université de Poitiers. — *Faculté des Sciences.* — M. Grumbach, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Nancy est nommé Professeur de physique en remplacement de M. Reboul.

Université de Nancy. — *Faculté des Sciences.* — M. Chavellier, Assistant au Collège de France, est nommé Maître de Conférences de physique.

— *Faculté de Médecine.* — La chaire d'hygiène et de bactériologie est transformée en chaire d'hygiène et de médecine préventive. M. Parisot est nommé titulaire de la nouvelle chaire.

La chaire de clinique propédeutique et pathologie interne est transformée en chaire d'ophtalmologie. M. Jandelize est nommé titulaire de la nouvelle chaire.

Université de Besançon. — *Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie.* — Un concours s'ouvrira le 20 juillet 1928 devant la Faculté de Médecine de Nancy pour un emploi de Professeur suppléant de la chaire d'Histoire naturelle à l'Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Besançon.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

Université d'Aix. — Un concours pour l'emploi de chef de travaux de Chimie à l'Ecole de plein exercice de Médecine et de Pharmacie de Marseille s'ouvrira le 13 avril 1928 au siège de ladite Ecole.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

Université de Dijon. — *Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie.* — M. Jeannin est institué pour une durée de 9 ans Professeur suppléant de pathologie et clinique médicale.

Yale University. — Les anciens élèves de Yale University (New-Haven, Connecticutt) essaient actuellement de compléter une dotation de vingt millions de dollars pour l'Université. Ils ont déjà réuni 94 o/o, c'est-à-dire un total de 18.796.672 dollars. Les 19.016 étudiants et anciens élèves qui ont fait des dons cette année représentent 54 o/o des étudiants de Yale actuellement vivants, et 9.000 souscriptions de plus que ce que Yale a jamais reçu en une seule année. La campagne parmi les étudiants actuellement inscrits a eu pour résultat 3.896 contributions, une proportion remarquable de 83 o/o. 27.382 dollars ont été reçu des anciens élèves à l'étranger. (I. U.). L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Discours et Conférences sur la Science et ses Applications, par Charles Moureu, de l'Académie des Sciences et de l'Académie de Médecine, Professeur au Collège de France. In-16 de 370 pages, illustré de 25 figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 25 fr.

Les discours et les conférences sont souvent d'une lecture peu attrayante; on préférerait les entendre. Si les recueils où ils se trouvent réunis sont nécessaires pour sauver de l'oubli des œuvres de haute valeur, mais qui par leur nature même n'ont fait l'objet que de publications éphémères, ils restent d'ordinaire confinés dans les bibliothèques; le lecteur s'en écarte, craignant de n'être plus en harmonie avec les circonstances qui les ont provoqués, et redoutant la monotonie des éloges et les redondances de style.

Aucune de ces craintes ne serait fondée pour le recueil que nous présentons aux lecteurs de la *Revue Scientifique*. Les discours et les conférences que M. Moureu vient de rassembler en un volume, célébrant des savants hors ligne ou se rapportant à des faits de la plus haute importance pour la Science ou pour la Nation, seront lus avec un vif intérêt par tous ceux que passionne la découverte scientifique et qui ont vécu les années de lutte et de gloire dont ces pages sont le reflet. L'ensemble est extrêmement varié. Quelques éloges, qui font revivre l'épopée des découvertes : Sir William Ramsay, l'argon, l'hélium, la transmutation de la matière, Chevreul et les corps gras, Lavoisier et l'évolution des doctrines chimiques; — une vingtaine de pages consacrées aux relations scientifiques internationales; — quelques articles profondément émouvants sur la nécessité d'organiser la recherche scientifique en France; — des conférences de science pure sur des sujets où l'apport du Professeur Moureu et de ses élèves a été capital, la catalyse antioxygène, les gaz rares et les gaz naturels dans leurs rapports avec la raidoactivité et la physique du globe; — un exposé que tous les Français liront avec reconnaissance sur les gaz de combat et sur les miracles accomplis par les chimistes pendant la guerre; — une étude géographique, économique et sociale sur Madagascar où l'auteur avait reçu mission d'étudier les sources thermales. Un style alerte et agréable ajoute le charme de la langue à l'intérêt des sujets, traités par un Maître de la Pensée et de l'Action. On ne peut ouvrir le livre sans en poursuivre la lecture jusqu'au bout; on ne l'abandonnera pas sans se sentir réconforté par tout ce qu'il contient de grand et de généreux, et sans que n'augmente en soi la confiance dans la Science et dans les destinées de la Patrie. J. B.

Le Gérant : M. Hédan.

Imp. P. et A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 3 — 66e ANNÉE — 11 FÉVRIER 1928

LES LOIS DE L'ATMOSPHÈRE ET L'AVIATION TRANSATLANTIQUE[1]

par M. Alphonse BERGET,
Professeur à l'Institut Océanographique.

Depuis que l'avion existe, traverser les mers est un rêve qui a toujours hanté le cerveau des aviateurs. Le premier exploit sensationnel de l'aéroplane fut la traversée de la Manche par Blériot, le 25 juillet 1909, et, ce jour-là, le monde entier comprit que la nouvelle locomotion n'était pas seulement un symbole : c'était une conquête.

Mais, traverser le Pas-de-Calais ne suffisait pas à l'ambition de nos chevaliers de l'air : ils voulaient faire plus et mieux : ils aspiraient à survoler l'immense fossé qui sépare l'ancien continent du nouveau, à franchir cette « mer Atlantique » qui étend la nappe de ses eaux entre l'Amérique et l'Europe. Des tentatives ont été faites, dont quelques-unes couronnées de succès : mais ces traversées n'étaient pas « directes » : elles se faisaient avec des escales ou en partant de l'extrême pointe de Terre-Neuve. Le véritable vol direct de métropole à métropole, de New-York à Paris, fut réalisé pour la première fois, cet été, par Lindbergh, suivi de près par Chamberlin puis par Byrd.

En présence de ce triple succès, les aviateurs des deux mondes furent saisis d'une véritable fièvre : elle était donc facile, cette traversée de l'Atlantique! Alors, pourquoi ne pas la tenter une fois de plus?

Hélas ! il y a loin de la coupe aux lèvres. La « fièvre transatlantique » devait être une fièvre pernicieuse, et, depuis le mois de mai, 24 aviateurs, et non des moindres, ont trouvé la mort dans les flots de cet Océan qu'ils espéraient franchir et qui sont devenus leurs tombeaux.

Devant ces insuccès répétés, devant, aussi, le voyage triomphal de nos aviateurs Costes et Le Brix qui ont survolé d'une seule traite l'Atlantique Sud entre Dakar et la côte brésilienne, on peut, on doit se demander s'il n'y a pas quelque raison, d'ordre général, qui avantage les traversées dans un sens plus que dans l'autre; si les lois de l'atmosphère ne sont pas pour beaucoup dans ce « handicap » qui favorise si nettement les aviateurs américains aux dépens des nôtres. Et, pour répondre à cette question, il nous faut remonter aux causes qui produisent la circulation des masses d'air au-dessus des océans dont les eaux recouvrent près des trois quarts de la superficie du globe terrestre.

Cette immense étendue liquide dont est recouverte la sphère sur laquelle nous vivons, présente au point de vue du mouvement des masses gazeuses qui la surmontent, deux caractères essentiels.

D'abord, elle est géométriquement régulière et continue : elle sert à définir la forme même de la Terre, car les vagues qui en agitent la surface n'ont qu'un relief infinitésimal par rapport aux dimensions de la Terre; les plus hau-

(1) Conférence donnée à l'Institut Océanographique, le 26 nov. 1927, par M. le Professeur Alphonse BERGET.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

tes d'entre elles, en effet, atteignent à peine la hauteur de 16 mètres, alors que le diamètre de la boule terrestre est de plus de douze mille kilomètres. On peut donc considérer la surface des mers comme une surface géométriquement uniforme.

En outre, cette surface est homogène : elle est uniquement formée d'une même matière, l'eau, alors que les surfaces des terres émergées, outre qu'elles sont accidentées d'un relief qui passe des plaines les plus basses aux sommets des Alpes, du Caucase, de la Cordillière ou de l'Himalaya, changent de nature d'un point à un autre. Ici ce sont des déserts arides, là des champs fertiles, plus loin des rochers abrupts, auxquels succèdent de majestueuses et immenses forêts.

La chaleur solaire sera donc inégalement absorbée par les éléments si divers des surfaces continentales, alors que la surface des océans lui présentera une substance toujours la même. Ainsi, l'on conçoit que, autant pour cette raison qu'à cause de l'immense étendue des mers, ce soit au-dessus de celles-ci que doive s'établir la loi générale de la circulation de l'atmosphère. Et nous allons voir qu'il en est, effectivement, ainsi et que c'est au-dessus des océans que s'amorcent les grands courants qui mettent en mouvement les masses de l'air qui nous enveloppe.

* * *

Les corps gazeux : oxygène, azote, argon, acide carbonique, vapeur d'eau, gaz rares, dont est formée l'atmosphère, sont incessamment soumis à l'action thermique des rayons du Soleil. C'est la vapeur d'eau qui absorbe le mieux ces rayons : c'est donc elle qui sera le facteur principal de l'échauffement de l'atmosphère sous l'influence du rayonnement solaire.

Si le globe terrestre était une surface sans relief, partout recouverte d'une substance unique, comme du sable par exemple, et si son axe de rotation était, par rapport au plan de son orbite, « droit » au lieu d'être « penché », tous les points de la terre seraient soumis aux mêmes conditions de température, uniquement d'après leurs distances aux pôles et à l'équateur. Pour tous les points du globe, au cours de toute l'année, les jours et les nuits auraient une égale durée de douze heures. La température, maxima à l'équateur où les rayons calorifiques tomberaient normalement, irait en diminuant régulièrement jusqu'aux pôles, où ces rayons, rasant la surface, n'apporteraient qu'une chaleur nulle. Ainsi, dans ces conditions, il n'y aurait pas de « saisons ».

Mais les choses, dans le réel, sont loin d'être aussi simples.

D'abord, l'axe de rotation de la terre n'est pas « droit », mais incliné : du fait de cette inclinaison résultent, et l'inégalité des jours et des nuits, et l'existence des « saisons », et la division de la terre en cinq zones géographiques : la zone torride comprenant les points situés entre les deux tropiques et au milieu de laquelle se trouve l'équateur; les deux zones glaciales qui entourent chacun des deux pôles, et les deux zones tempérées qui sont intermédiaires.

Deux fois par an, sur tous les lieux du globe situés entre les deux tropiques, les rayons du soleil, tombant verticalement, apportent en ces points le maximum de chaleur après avoir subi le minimum d'absorption. Les physiciens ont mesuré, par des expériences délicates, l'échauffement provoqué par le Soleil : ils sont arrivés à cette conclusion que la quantité de chaleur solaire tombant annuellement sur l'équateur serait suffisante pour y vaporiser totalement une couche d'eau épaisse de 4 mètres.

D'autre part, les statistiques météorologiques nous apprennent que la moyenne de la pluie tombée annuellement sur l'équateur y représenterait une couche d'eau de deux mètres d'épaisseur. En admettant que toute cette eau soit vaporisée par le soleil, on voit que celui-ci envoie encore un excédent de chaleur susceptible d'en vaporiser une quantité égale.

C'est cet excédent de chaleur qui est l'origine première de toute la circulation atmosphérique.

Sous son action incessante, les couches basses de l'atmosphère équatoriale, riches en vapeur d'eau qui absorbe admirablement les rayons calorifiques, vont s'échauffer, et, par suite de la diminution de densité qui en résulte, vont s'élever dans l'atmosphère, comme s'y élève une montgolfière. Mais ce mouvement d'ascension a, comme conséquence immédiate, une raréfaction de l'air produite par le départ des masses qui viennent de s'élever : il va donc y avoir une dépression, qui appelle vers elle les masses d'air plus froid des régions tempérées et polaires. Ces masses vont alors se précipiter vers l'équateur pour y combler la dépression; de sorte qu'il devrait résulter de ce mouvement d'air, des vents du Nord dans l'hémisphère Nord, des vents du Sud dans l'hémisphère Sud, tout le long de la ligne équatoriale.

Mais la rotation de la Terre dévie ces vents, vers leur droite, dans l'hémisphère Nord, vers leur gauche dans l'hémisphère Sud; de sorte que nous aurons en réalité des vents du Nord-Est au Nord de l'Equateur, des vents du Sud-Est au Sud. Tout ceci, naturellement, s'applique aux masses d'air situées au-dessus des océans, dont la surface uniforme et homogène se prête seule à l'établissement d'un régime régulier.

Mais, comme la cause qui engendre ces vents

est *permanente*, l'effet qu'elle produit sera *permanent* aussi, et ces vents souffleront toute l'année. Ce sont les *vents alizés*, ainsi nommés du vieux mot français *alis* qui signifiait « doux », « agréable » : les *aliscamps* d'Arles, par exemple; les Anglais les nomment *trade-winds* ou « vents de commerce ».

C'est grâce à ces vents qui commencent à souffler au Sud du Portugal, que les caravelles de Christophe Colomb ont été poussées dans la direction des Antilles, et que l'immortel navigateur put découvrir ce nouveau monde auquel, par l'injustice des hommes, il ne devait même pas donner son nom. Entre le régime des alizés nord et des alizés sud se trouve la fameuse zone des calmes équatoriaux, conséquence du mouvement vertical de l'air à l'Equateur et qui oscille légèrement, avec les saisons, de part et d'autre de celui-ci.

Aujourd'hui, depuis les travaux de l'Américain Maury, la marche et les variations des alizés sont assez connues pour que l'*Hydrographic Office* de Washington puisse publier à l'avance, mois par mois, des « cartes des vents » que les navigateurs appellent *pilot-charts*, où le régime des vents est indiqué d'une façon méticuleuse dans chaque région de la surface océanique. Grâce à ces cartes, on peut tracer des routes maritimes pour les navires à voiles. Ces routes qui, sur la carte, semblent être des « chemins d'écoliers », sont, en réalité, les plus courtes au point de vue du temps employé à les parcourir. Depuis l'année 1857 où elles ont commencé d'être suivies par les marins, on peut dire que les règles de Maury ont diminué de 50 pour cent la durée des grandes traversées à voiles, et ont procuré au commerce mondial une économie de plus de 50 milliards de francs-or.

*
* *

Nous venons de voir les masses d'air chaud de l'Equateur s'élever dans l'atmosphère en provoquant l'appel d'air qui donne naissance aux vents alizés. Mais, que deviennent-elles, ces masses d'air, une fois arrivées dans les couches supérieures de l'atmosphère? Où vont-elles? Par quel mécanisme simple et grandiose peuvent-elles revenir à leur point de départ?

On peut, aujourd'hui, répondre à toutes ces questions.

Transportées dans les couches supérieures, ces masses d'air s'y refroidissent et commencent à tomber lentement sur la terre en se dirigeant vers les pôles, où le départ des molécules gazeuses, appelées vers l'Equateur, a causé une raréfaction, a fait naître une dépression.

Détournées de leur route par l'influence de la rotation terrestre, elles sont déviées vers leur droite dans l'hémisphère Nord, vers leur gauche dans l'hémisphère Sud. Ce sont les *contre-alizés*, ou « vents de retour » qui soufflent dans les couches élevées en y cheminant en sens contraire des vents alizés de la surface des mers. Leur existence et leur direction sont rendues visibles par le mouvement des *cirrus*, de ces nuages en filaments ténus, les plus élevés de l'atmosphère, et par le transport des cendres volcaniques, lancées par les volcans des Antilles, et emportées vers le Nord-Est exactement en sens contraire des alizés qui soufflent au pied du volcan.

A mesure qu'ils se rapprochent des pôles, ces contre-alizés s'abaissent graduellement vers la Terre; leur déviation augmente à mesure que leur trajet s'allonge, et c'est à l'état de vents d'Ouest qu'ils rencontrent le sol dans les régions polaires. Ils ajoutent ainsi leur vitesse acquise à celle de la rotation terrestre, créant de la sorte une force centrifuge qui tend à les écarter de l'axe autour duquel tourne la terre. De là une raréfaction de l'air autour des pôles, une *dépression*, d'origine mécanique cette fois, alors que la dépression qui règne tout autour de l'Equateur a une origine thermique.

Ainsi, nous devons avoir un minimum de pression aux pôles, un autre minimum à l'Equateur : il faut donc nécessairement, qu'il y ait un maximum entre les deux. Le calcul, aussi bien que l'observation, nous montre que ces maxima existent au-dessus des grands océans, qu'ils y occupent une position stable, par 30 degrés de latitude Nord et Sud (fig. 26).

Or, autour de tout centre de hautes pressions, il y a un mouvement giratoire de l'air, mouvement centrifuge tournant à *droite* dans l'hémisphère Nord, à *gauche* dans l'hémisphère Sud. Si nous considérons ce mouvement giratoire « anticyclonique » dans l'Atlantique Nord, nous voyons que son secteur sud se traduit par des vents de Nord-Est qui se raccordent avec ceux du régime régulier des alizés, tandis que son secteur Nord se traduit par des vents d'Ouest, soufflant d'Amérique en Europe. On voit donc que, nécessairement, les traversées aériennes d'Amérique en Europe se feront « vent arrière », tandis que celles d'Europe en Amérique du Nord se feront « vent debout ». De là l'avantage évident que les aviateurs américains ont sur les nôtres pour les traversées océaniques.

Mais, cependant, ces traversées de l'Atlantique nord, même pour eux, ne sont pas de tout repos. Car, le secteur Nord de ce mouvement giratoire autour du centre de hautes pressions est en contact avec les branches de retour des contre-alizés : de là ce régime des « vents variables » si caractéristiques de l'Atlantique Nord. Certes, leur direction est toujours de l'Ouest à l'Est, mais, surtout aux époques des équinoxes, c'est-à-dire des changements de

saisons, en un mot au printemps et à l'automne, il y a des « à-coups » dans ce régime des vents, et, à ces époques-là, les voyages aériens peuvent présenter des risques très sérieux, même d'Amérique en Europe : de récentes catastrophes ne l'ont que trop démontré.

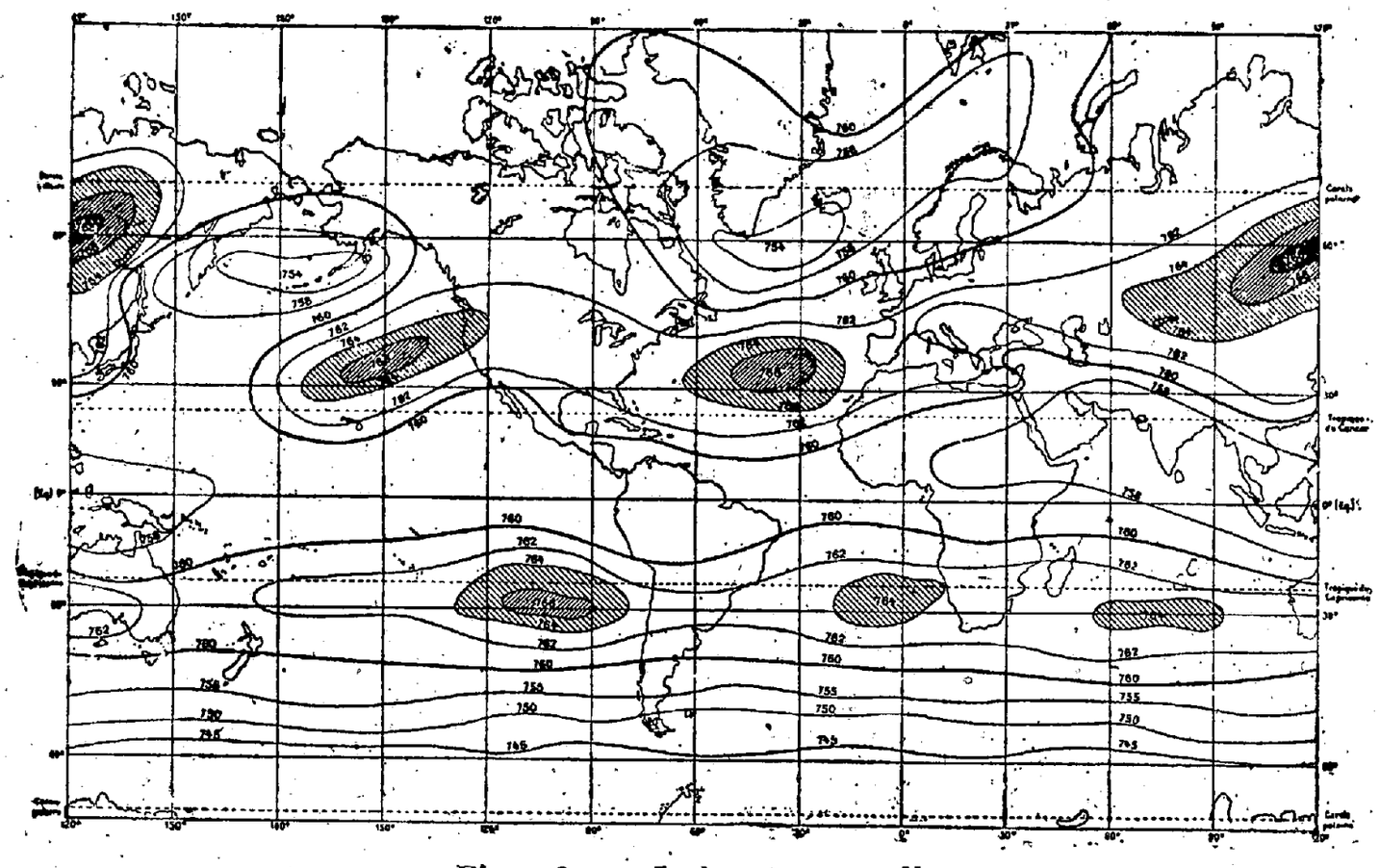


Fig. 26. — Isobares annuelles

Dans l'Atlantique Sud nous observerons les mêmes phénomènes, mais avec une rotation inverse du système des vents, parce que nous sommes dans l'hémisphère austral. Par conséquent, nous aurons un système de vents centrifuges, tournant à *gauche* autour du centre de hautes pressions situé à la latitude de 30 degrés au Sud de l'Equateur. La partie supérieure de ce système giratoire se raccorde avec les alizés de Sud-Est qui soufflent régulièrement au Sud de l'Equateur ; sa partie inférieure se raccorde avec le grand courant des vents d'Ouest qui soufflent sans trêve au-dessus de l'Océan austral où ils font naître ces vagues hautes de 16 mètres et longues de 400, qui sont les plus majestueuses qu'il ait été donné aux marins d'observer à la surface des mers.

C'est cette double circulation aérienne, au Sud et au Nord de l'Atlantique que Costes et Le Brix, au cours de leur historique traversée de Dakar au Brésil, ont utilisée avec une remarquable connaissance les lois de l'atmosphère.

Partis de Dakar avec les alizés de Nord-Est, ils les ont eus avec eux, « vent arrière », pendant tout le temps qu'a duré leur vol au Nord de l'Equateur. Quand ils ont été très voisins de la ligne équatoriale, ils ont eu à traverser la zone des calmes, ce qui n'a rien d'effrayant pour des pilotes de leur valeur.

Et, aussitôt cette zone traversée, ils ont trouvé la partie supérieure du système giratoire des vents de l'Atlantique Sud, vents réguliers, rapides, mais sans violence, qui les ont poussés, toujours « vents arrières », dans la direction de la côte du Brésil, où ils ont atterri à Natal le 15 octobre 1927, après un vol de trente heures dont le résultat triomphal à été la récompense de leur valeur technique et du soin tout particulier avec lequel ils avaient préparé leur voyage en étudiant minutieusement les conditions atmosphériques qu'ils auraient à rencontrer (fig. 27 et 28).

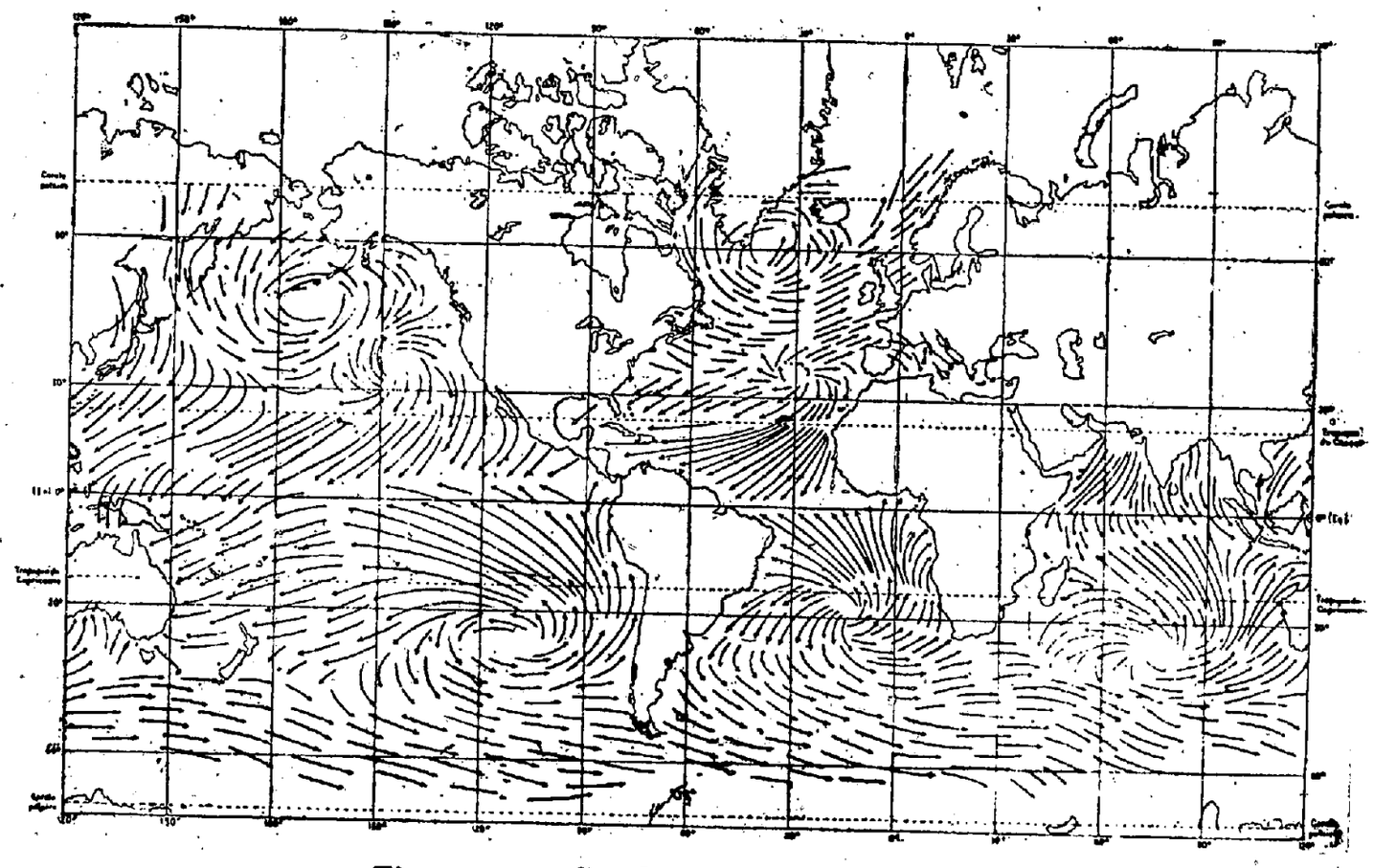


Fig. 27. — Cercle des vents en Janvier

***

Mais, il nous faut passer maintenant de l'Océan aérien à l'Océan marin.

Aucun phénomène de la nature n'est indépendant ou autonome : dans l'admirable mécanisme du monde, tout dépend de tout. Quand

je soulève un presse-papiers sur mon bureau, à Paris, je change, du même coup, l'intensité de la pesanteur à la Nouvelle-Zélande. Je la change, il est vrai, d'une quantité qui, par sa petitesse, échappera toujours, sans doute, à nos mesures, mais qui existe certainement comme conséquence des lois fondamentales de la mécanique.

Le régime des vents alizés, soufflant régulièrement et constamment au-dessus des eaux océaniques, doit avoir une répercussion sur le régime de celles-ci. Ni l'air, ni l'eau, en effet, ne sont des fluides parfaits ; les molécules d'air en mouvement par le *frottement* qu'elles exercent sur les molécules superficielles des eaux, finissent par actionnner ces dernières dans le sens même de leur déplacement.

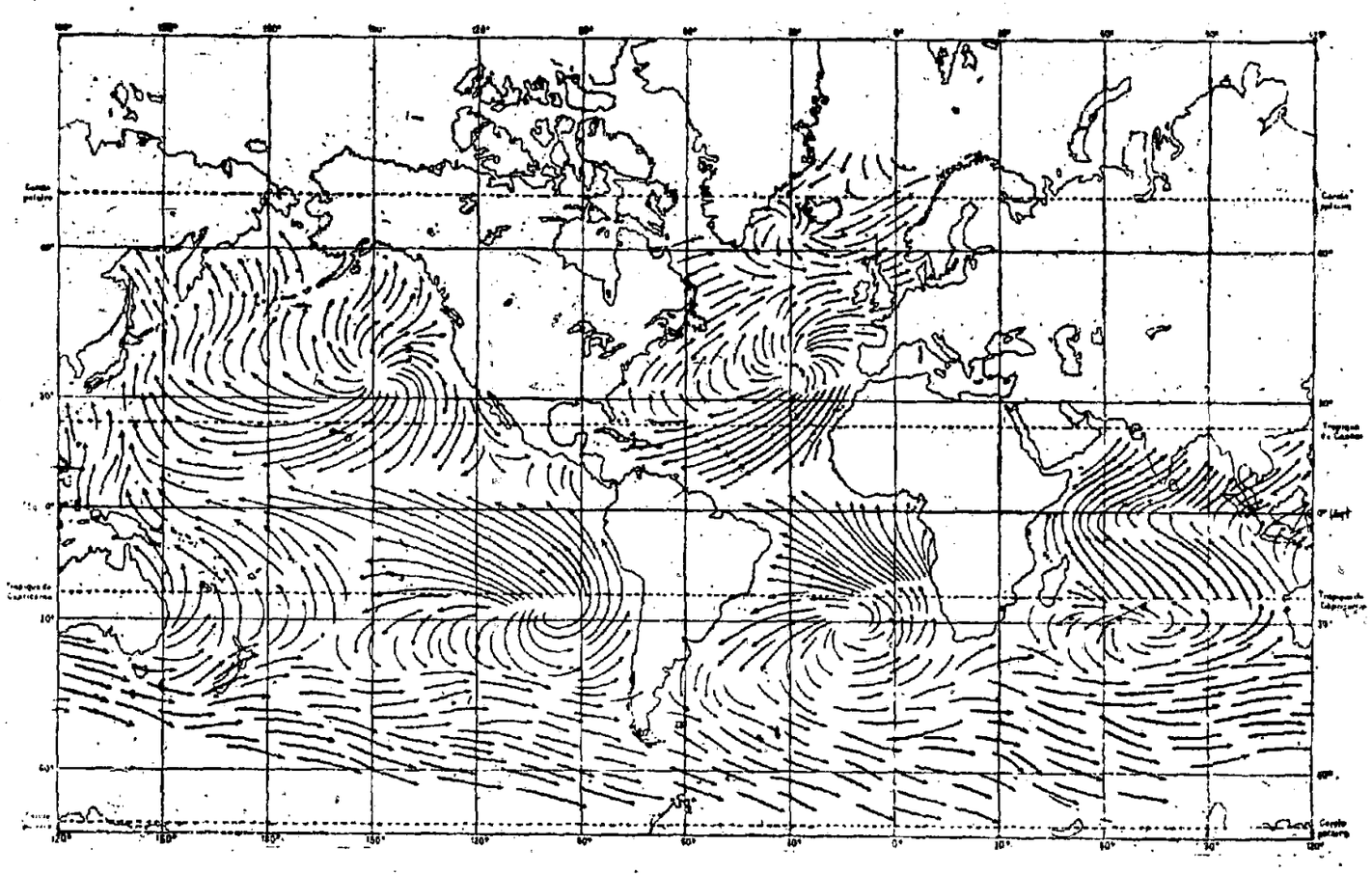


Fig. 28. — Vents océaniques en Juillet

Les molécules liquides, ainsi sollicitées par les deux systèmes d'alizés vont donc prendre un mouvement résultant et se déplacer le long de l'Equateur en cheminant de l'Est vers l'Ouest, de la côte d'Afrique à la côte d'Amérique. C'est ce que l'on appelle le *courant équatorial* de l'Atlantique. Il en existe un, pour la même raison, dans le Pacifique, il transporte ses eaux, chauffées par le Soleil de l'Equateur, de la côte du Pérou aux îles de la Sonde.

Suivons le courant équatorial de l'Atlantique. Il va rencontrer, à l'Ouest du Brésil, le Cap Saint-Roch : ce promontoire, ce gigantesque « coin » divise en deux branches les eaux du courant qui y arrivent. L'une va descendre vers le Sud, le long de la côte brésilienne; l'autre sera rejetée vers le Nord en longeant les Guyanes (fig. 29).

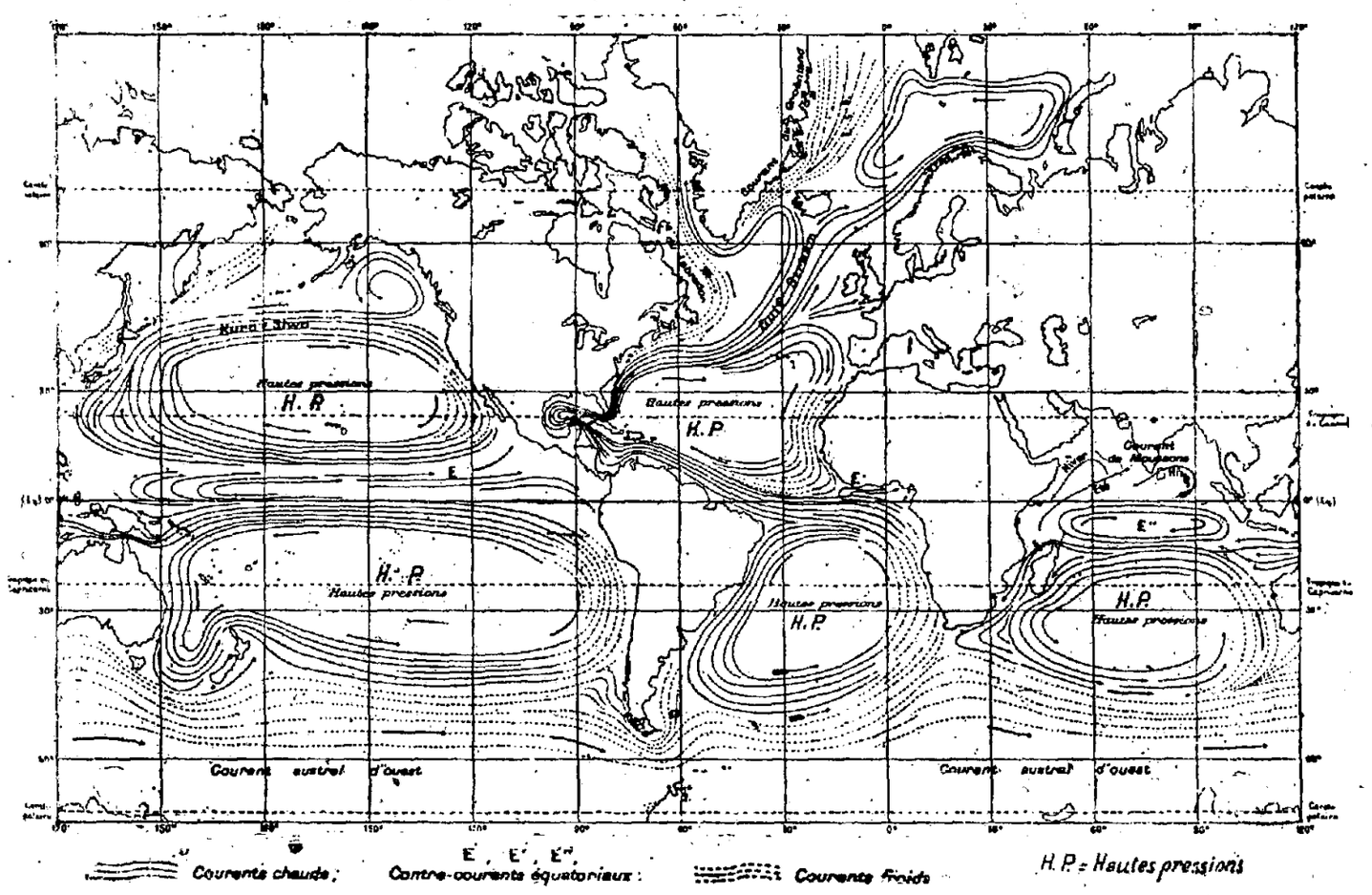


Fig. 29. — Courants marins

Une partie des eaux de cette dernière passe en dehors des Antilles, remonte le long de la côte orientale des Etats-Unis, et, subissant toujours la déviation que lui impose la rotation de la Terre, traverse l'Atlantique en écharpe, du Sud-Ouest au Nord-Est.

Quant à l'autre partie, elle pénètre dans le Golfe du Mexique où ses eaux se trouvent prises dans une véritable souricière ; elles tournent autour du golfe dont elles lèchent les rivages brûlants, toujours poussées par l'afflux des eaux qui continuent, sans cesse, à arriver derrière elles. Elles ne trouvent, pour s'en échapper, que l'étroit canal entre la Floride et Cuba, par où elles sortent sous la forme d'un courant rapide dont la vitesse est de quatre nœuds, c'est-à-dire de 4 milles marins à l'heure. Une fois sorties de leur prison, elles rejoignent la branche du courant qui était restée en dehors

de la chaîne des Antilles : c'est leur réunion qui constitue le « courant du golfe », ou *Gulf-Stream*.

Véhicule d'eaux tièdes, le Gulf-Stream en débite 33 millions de mètres cubes à la seconde : c'est 2.000 fois le débit du Mississipi. La quantité de chaleur que transportent ses eaux est formidable : elle s'exprime par un nombre de grandes calories formé de 355 *suivi de dix-sept zéros*.

Comme contrepoids, ce courant chaud a des courants froids de retour qui ramènent vers l'Equateur les eaux qui en sont parties pour aller attiédir les régions polaires. Le plus important d'entre eux est le *courant du Labrador* qui descend de la baie de Baffin, refroidit de ses eaux glacées les côtes Est de l'Amérique du Nord, et disparaît en plongeant sous le Gulf-Stream pour reparaître à la surface de l'Atlantique, près de la côte occidentale d'Afrique. Un second courant froid descend également le long de la côte orientale du Groenland.

Inutile de dire, n'est-ce pas, que les eaux chaudes du Gulf-Stream emportent au-dessus de son cours des masses énormes de vapeur d'eau qui, en se condensant dans les régions froides qui avoisinent Terre-Neuve, y produisent ces brumes épaisses et persistantes, si dangereuses pour les marins et pour les aviateurs, même quand ceux-ci, avantagés par le « vent arrière », tentent de voler d'Amérique en Europe.

Ce qui se produit dans l'Atlantique Nord se produit aussi dans l'Atlantique Sud; seulement, comme nous sommes alors dans l'hémisphère Sud de la Terre, le cycle des eaux y tourne en sens inverse.

Le Pacifique Nord est parcouru par un grand courant chaud, le *Kuro-Siwo*, analogue au Gulf-Stream, et dont les eaux tièdes vont réchauffer les rives fertiles de la Californie. Le Pacifique Sud et l'Océan Indien présentent également des systèmes de courants chauds et froids tournant *à gauche*. Enfin, dans les mers australes, dans cet Océan Antarctique qui, au sud des trois continents, entoure la mer de sa vaste ceinture liquide, se trouve un grand courant d'eaux froides, circulant de l'ouest à l'est, et entretenu par les contre-alizés qui, arrivés jusqu'à la surface terrestre, y soufflent à l'état de vents d'ouest violents et continus.

***

Nous venons de faire une digression — au moins en apparence — pour exposer l'allure générale de la circulation océanique; cette digression était nécessaire pour nous permettre de comprendre la circulation atmosphérique générale au-dessus du globe terrestre, non plus réduit à sa portion marine, mais considéré cette fois dans son ensemble.

Si l'on examine avec attention une carte des courants marins on voit que leurs cinq circuits tournent autour des cinq centres de hautes pressions dont nous avons démontré et constaté l'existence au-dessus des cinq grandes aires océaniques.

Les courants chauds transportent, au-dessus d'eux, des masses d'air qui, forcément, sont chaudes, elles aussi : il y aura donc, au-dessus du Gulf-Stream marin, un véritable *Gulf-Stream aérien*. Mais ce dernier n'est pas, comme son frère liquide, arrêté par les rivages des continents qui lui barrent la route et lui disent : tu n'iras pas plus loin. Franchissant l'obstacle, il passe par-dessus et continue, au-dessus des terres, le trajet qu'il avait commencé au-dessus du courant marin. Il apporte ainsi aux terres de l'Europe occidentale la chaleur et l'humidité que transportent les masses d'air chaud qui le constituent; la *chaleur* qui donne aux côtes ouest de l'Europe leur climat si tempéré; *l'humidité* qui est la cause de pluies abondantes, caractéristiques des îles Britanniques, de la Bretagne, de la Norvège. Subissant toujours l'action déviante de la rotation terrestre, il se dépouille de sa vapeur d'eau qu'il condense sur la Norvège, la Suède, la Finlande, il franchit la chaîne de l'Oural et redescendant à travers les Steppes et les déserts de l'Asie, il retourne à l'Equateur où il retrouve l'origine de son vaste circuit fermé (fig. 30).

Mais en passant sur le Nord de l'Europe, ce courant aérien y a laissé toute son humidité; c'est donc à l'état de vent *sec* qu'il effectue son trajet de retour à l'Equateur. De là cette guirlande de déserts qui marquent, comme autant de jalons, son itinéraire de retour : déserts du Turkestan, déserts de l'Arabie, déserts du Sahara, dont l'origine se trouve ainsi expliquée facilement. De sorte que, par un étrange et admirable mécanisme, il se trouve que le grand courant marin devient le « père des déserts ».

Cette grandiose et simple conception est due au génie d'un professeur de physique du lycée de Tours, Maurice de Tastes, qui a donné cette merveilleuse image de la circulation de l'Atmosphère : il est mort en 1886; son nom doit être inscrit au premier rang des savants qui ont contribué à la gloire de notre pays. On a affecté pendant longtemps, de traiter ses théories avec un certain dédain : aujourd'hui on y revient forcément, dès que l'on a à étudier, au point de vue général, la circulation de l'atmosphère au-dessus du globe terrestre.

Et cette conception est d'une étonnante fécondité. Elle nous a déjà donné l'explication de l'origine des déserts : elle va nous donner celles des bourrasques, des tempêtes et des cyclones.

Le Gulf-Stream aérien, dont nous venons de parler, est un immense courant d'air; comme dans tout courant d'air, il y aura toujours, dans l'axe de son cours, une diminution de pression d'autant plus importante que le courant sera plus rapide; dans l'axe d'une cheminée qui « tire », n'y a-t-il pas toujours une pression plus faible?

Donc, tout le long du circuit aérien Nord-Atlantique, pour ne considérer que celui-là, nous devons observer dans le lit du fleuve aérien ces *dépressions*, causes de ces bourrasques, de ces tempêtes qui s'abattent sur l'Europe occidentale et qui nous viennent presque toujours de l'Ouest, comme le confirme l'observation.

Mais il est une autre conséquence remarquable que l'on peut tirer des vues de Maurice de Tastes; ce sont les lois des cyclones des régions tropicales, de ces terribles ouragans dont l'explication était demeurée si longtemps obscure.

Regardons les deux circuits aériens de l'Atlantique Nord et du Pacifique Nord; ils sont séparés l'un de l'autre, au voisinage de leurs sommets voisins, par le Texas et les terres chaudes qui encadrent le golfe du Mexique. Aux environs du solstice d'été, ces terres s'échauffent plus vite que l'eau des mers qui les bordent; elles donneront donc naissance à un courant d'air chaud ascendant qui provoquera une dépression, génératrice d'une tempête tournante. Mais, sous l'influence même de cette dépression interposée, les masses d'air vont s'y précipiter et les deux circuits vont, en s'allongeant, arriver presque en contact l'un avec l'autre.

Alors, entre les mouvements de ces deux circuits dont l'un *monte* dans l'Atlantique pendant que l'autre *descend* dans le Pacifique, les masses d'air vont être soumises à cette action que l'on appelle en mécanique, un couple de rotation. Ce couple ajoutera son effet à celui de la tempête créé par l'échauffement local et dans ces conditions prendra naissance un ouragan redoutable, un *cyclone* dans le sens le plus terrible du mot. On comprend ainsi que les cyclones soient localisés, dans le temps, pendant les saisons chaudes de chaque hémisphère; dans l'espace, dans les régions du globe où deux circuits atmosphériques voisins peuvent arriver au contact l'un de l'autre, c'est-à-dire aux Antilles et dans les mers de Chine dans l'hémisphère Nord, à Madagascar et aux environs de la Nouvelle Calédonie dans l'hémisphère Sud.

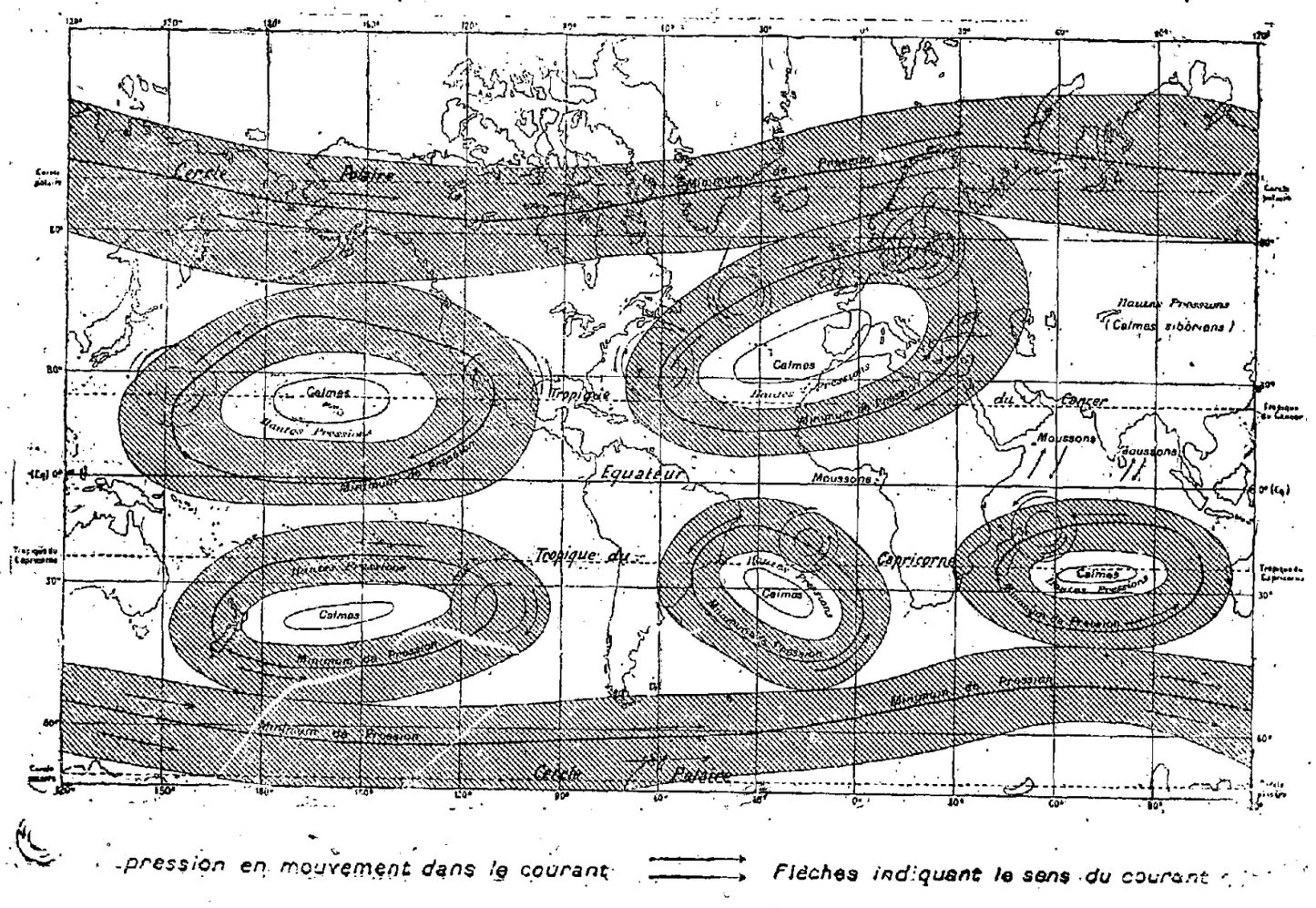


Fig. 30. — Circulation générale de l'atmosphère

La violence de ces cyclones est effrayante; la vitesse du vent, dans son mouvement de rotation autour de leur centre, dépasse parfois 50 à 60 mètres à la seconde, ce qui fait plus de 200 kilomètres à l'heure. Mais, heureusement pour les aviateurs, ces redoutables phénomènes sont localisés dans les couches basses de l'atmosphère et ne dépassent guère l'altitude de 3.000 ou 4.000 mètres : l'avion peut donc s'élever au-dessus de la région troublée et voler par-dessus le cyclone, au cas où il n'aurait pas pu le prévoir ou l'éviter.

Aujourd'hui, les lieux de production, les époques d'apparition de ces dangereux météores sont connus, et les aviateurs devront en tenir le plus grand compte dans la préparation des vols transatlantiques.

***

Ainsi nous connaissons, à l'heure présente, les grandes lois de la circulation aérienne au-dessus des mers. Il est temps d'étudier rapidement les conditions générales d'un vol transatlantique.

Pour aller, par la voie des airs, de New-York à Paris, ou réciproquement, le parcours à effectuer est d'environ 6.000 kilomètres, *sans escale*, ce qui, à la vitesse, aujourd'hui courante pour les avions, de 180 kilomètres à l'heure, demande environ 50 heures de vol.

Cette longue durée exige que l'on ait à bord une provision considérable d'essence : outre le danger que présente l'accumulation d'une telle quantité de liquide inflammable, les avions ainsi chargés décollent très difficilement au départ; pendant les premières heures du voyage, leur équilibre est, en outre, très difficile à maintenir.

La longue durée pose également le problème, très grave, de l'endurance du matériel et du personnel.

En ce qui concerne le matériel, il est certain que les moteurs d'aviation sont sujets à des « caprices » en cours de route; on ne cherche pas en vain « la légèreté avant tout ». Comme, en général, après deux cents heures de fonctionnement; il faut les faire passer et revoir à l'atelier, on voit que les soixante heures de vol du voyage représentent le tiers de leur période de « santé ». Or, les moteurs des avions employés aux voyages transatlantiques ne sont pas, au moins jusqu'ici, réparables en plein vol. Une panne, grave déjà dans le cas d'un avion à plusieurs moteurs, devient tragique pour des avions à un seul moteur comme ceux de Nungesser et de Lindberg. Dans ce cas, l'avion est contraint de se poser sur les flots, ce qui est sinon une catastrophe comme ce fut le cas pour Nungesser, du moins un grand danger comme l'a éprouvé l'audacieuse aviatrice américaine, Miss Ruth Elder, qui, heureusement, a pu être recueillie par un navire sauveur.

L'endurance du personnel doit, aussi, être considérable : cinquante ou soixante heures de tension continue, dans un espace étroit, inconfortable, où tout mouvement de détente est impossible, sont une rude épreuve pour des pilotes et des mécaniciens, même des mieux entraînés, et commencent à marquer la limite de la résistance physique de l'organisme humain.

La longueur de l'itinéraire pose une autre question : c'est celle de la *direction* de l'appareil volant.

Quand on vole au-dessus des terres, les accidents du sol, les routes, les cours d'eau, les villes fournissent, à l'aide de la carte, des repères précieux; on peut, de plus, mesurer par leur visée, la *dérive* de l'avion en dehors de la route qu'il doit suivre. Mais, au-dessus de l'Océan, plus de points de repère qui permettent de préciser le point où l'on se trouve. La seule manière possible de connaître sa position est de faire le point, comme le font les marins, par des observations astronomiques du Soleil ou des Etoiles. Ceci exige un ciel pur et sans nuages : certes l'avion peut s'élever au-dessus de ceux-ci; mais les opérations sont rendues difficiles par le vent et par le froid des grandes altitudes. Et, même quand on peut ainsi faire le point, il faut rectifier fréquemment la route car l'itinéraire, au-dessus de l'eau, n'est pas une ligne droite : c'est un arc de grand cercle de la Sphère, une *orthodromie*, comme disent les marins, dont les éléments consécutifs nécessitent d'incessants et délicats changements dans la direction de la route suivie.

Il y a encore un autre problème dont l'importance est capitale : c'est celui des conditions météorologiques.

Le mauvais temps est un facteur « hostile » qui rend particulièrement pénible la navigation aérienne; il la rend déjà très pénible sur un parcours, relativement petit, de 400 à 500 kilomètres; mais quand il faut braver le froid, la neige, le vent pendant cinquante heures consécutives, on se trouve dans des conditions particulièrement défavorables. Et quand, par surcroît, les aviateurs transatlantiques se trouvent pris dans ces brouillards de Terre-Neuve, dans ces brumes « à couper au couteau », que peuvent devenir alors ces malheureux navigateurs de l'air ?

Pour toutes ces raisons, on comprend combien doivent être étudiées, avec le plus grand soin, les conditions météorologiques du voyage et combien les aviateurs doivent consulter avec attention les prévisions fournies par les services météorologiques des divers pays. Mais ici, prenons bien garde : *prévision* ne veut pas dire *certitude*, mais simplement *probabilité*, et probabilité d'autant plus aléatoire qu'elle est établie pour un itinéraire plus long long, atteignant des points plus éloignés des centres d'observation. Or, en présence de cette incertitude qui plane toujours plus ou moins sur les prévisions, même les plus consciencieusement établies, comme le sont celles de notre Office National Météorologique, on ne peut s'empêcher de remarquer que la plupart des tentatives actuelles ont été risquées dans des conditions qui rappellent un peu trop les hasards du baccara ou du trente-et-quarante.

La question de la sécurité est également capitale. D'abord, c'est une témérité de tenter l'aventure avec un avion « terrestre » : il faut un hydravion pourvu d'une coque solide et étanche. Il faudra avoir à bord des engins de sauvetage : bouées, ceintures, et même canot

en caoutchouc, comme l'avait fait Byrd. Rappelons, pour montrer l'importance de ces conditions, que au cours de la tentative de traversée du Pacifique de San Francisco à Honolulu, un hydravion à 3 moteurs, monté par 5 hommes, contraint d'amerrir, a flotté pendant onze jours et a réussi à gagner une île en naviguant à la voile.

La T. S. F. doit être installée à bord de tout hydravion transatlantique et même avec un poste puissant, permettant de communiquer au moins à 1.000 ou 1.500 kilomètres. Nungesser n'en avait pas : Lindbergh non plus, d'ailleurs; et l'on peut dire que c'est une véritable folie que de se priver volontairement de ce moyen providentiel de demander du secours.

Et maintenant, il faut conclure pour terminer cette causerie déjà trop longue. Quelles sont les conditions de réussite des vols transatlantiques de l'avenir.

Tout d'abord, il faudra étudier avec rigueur les conditions atmosphériques qui commandent tout, et pour cela, étant donné que les régimes des alizés sont d'une régularité remarquable, je crois que pour voler avec sécurité d'Europe en Amérique, il faudra suivre leur parcours, c'est-à-dire, en somme, l'itinéraire de Christophe Colomb. Le trajet est plus long, c'est vrai, mais il sera effectué vent arrière, ce qui fera gagner de la vitesse, et dans une région de beau temps presque permanent, sauf pendant l'époque des cyclones, époque connue et pendant laquelle il faudra « ouvrir l'œil ». Du reste, les avions de ces services dépasseront la vitesse de 180 kilomètres à l'heure, et atteindront celle de 250 ou même de 300 : la durée du voyage n'excèdera donc pas cinquante ou soixante heures.

Mais, surtout, il faudra soigner le véhicule: Il faudra employer des hydravions puissants, munis d'au moins trois moteurs visitables et réparables en cours de route; il faudra que les postes de pilotage soient protégés contre les intempéries; il faudra que des instruments de précision permettent de connaître à chaque moment la position; il faudra que des appareils *puissants* de T. S. F. soient à bord, non seulement pour faire un appel de secours en cas d'accident, mais encore pour connaître, par la radiogoniométrie, la position de l'avion à tout instant du jour et de la nuit. Il faudra avoir des appareils de sauvetage suffisants et efficaces; il faudra que l'avion puisse, en cas d'amerrissage forcé, vider instantanément ses réservoirs pour augmenter sa flottabilité : enfin il faudra que l'engin soit rapide et puisse faire près de 300 kilomètres à l'heure.

De tels engins n'existent pas encore, il faut les étudier, les construire, les mettre au point; en un mot, la parole est aux ingénieurs.

Car, Dieu merci! pour les pilotes, nous n'en manquons pas : nos *as* sont nombreux et sans rivaux pour leurs connaissances techniques, leur courage, leur audace. Qu'on leur donne de bons avions : ils feront aussi bien et mieux que les autres.

Alors on pourra traverser couramment l'Atlantique en trente heures. Et ce triomphe de l'aviation aura une conséquence inattendue et heureuse. Pour faire cette traversée, actuellement, vous mettez sept jours : quand vous pourrez en avion la faire en un seul, vous économiserez six jours qui auraient été perdus, dans un voyage inutilement long : ce seront donc six jours, sacrifiés sans cela, et que vous retrouverez pour pouvoir les consacrer à vos affaires, à des travaux, à vos plaisirs. Et ainsi l'aviation réalisera, indirectement, une prolongation de la durée de la vie humaine.

C'est un résultat qui n'est pas à dédaigner, car la vie est précieuse, même à notre époque où elle est si chère.

ARTHUR YOUNG ET LE MOUVEMENT SCIENTIFIQUE EN FRANCE A LA VEILLE DE LA RÉVOLUTION

par M. Henri SÉE,

Arthur Young, agriculteur et agronome anglais réputé, désirant se renseigner sur l'état économique de la France, et surtout sur son agriculture, a accompli en ce pays trois voyages, à la veille et au début de la Révolution, en 1787, 1788 et 1789. Il a publié, en 1792, le récit de ses voyages et les résultats de son enquête dans ses fameux *Travels in France*, si souvent cités par les historiens (1).

(1) Ils ont été traduits par Lesage. Paris, Guillaumin, 1859; 2e éd., 1882, 2 vol. in-8°. Cette traduction est si défectueuse que nous avons suivi le texte anglais.

Dans cet ouvrage, Arthur Young ne parle pas seulement de l'agriculture et de l'état économique de la France. Son récit de voyages, vivant et alerte, contient aussi des renseignements de toute nature, sur les villes, les monuments, les mœurs, les usages, l'esprit de la population, les théâtres, le mouvement scientifique.

C'est ce dernier point de vue que nous nous proposons ici d'examiner. A cet égard, Arthur Young n'apporte aucune révélation d'importance majeure, mais il a vu des savants et visité leurs laboratoires. Il y a donc quelques renseignements à glaner dans son récit, et il peut être d'autant plus intéressant de les noter que les historiens des sciences n'ont pas songé à lire les *Voyages en France*.

*
* *

Il faut bien le dire, Arthur Young n'est pas un savant remarquable ; agronome, il a surtout des connaissances dans les sciences naturelles, et, même, dans cet ordre de connaissances, ce qui l'intéresse presque uniquement, ce sont leurs applications à l'agriculture. Il trouve précisément que les Sociétés d'Agriculture, fondées en France à parti de 1760, ne s'occupent guère que de théorie, négligent la pratique, et que leur activité a presque été inutile. Il n'épargne même pas, à cet égard, la *Société royale d'Agriculture*, siégeant à Paris, et qui, après un long sommeil, s'est réveillée en 1785 et semble avoir été vraiment vivante, au moment où notre voyageur l'a visitée (1). Et cependant, il était lié avec plusieurs des membres de cette Société, notamment avec le duc de la Rochefoucauld-Liancourt et avec Lazowski, qui étaient venus le voir en Angleterre, ainsi qu'avec le secrétaire perpétuel, l'actif et savant Broussonnet, élu tout jeune à l'Académie des Sciences.

Mais Young trouve que la Société ne s'occupe guère que de théorie, de la lecture de mémoires, de distribution de prix, et qu'elle ne contient en son sein presque aucun agriculteur pratique, de véritable *farmer*, à l'exception cependant de Creté de Palluel, dont il va visiter l'exploitation dans les environs de Paris, à Dugny. Il est vrai qu'il loue beaucoup l'Ecole Vétérinaire de Maisons-Alfort, qu'il va visiter, le 19 octobre 1787, et il fait aussi un grand éloge de son directeur, Chabert. Par contre, il n'a que dédain pour la ferme voisine, qui appartient à la Société d'Agriculture, sans réfléchir que c'est une ferme servant aux expériences scientifiques du célèbre Daubenton, et non une ferme-modèle. Le Jardin Botanique (Jardin des Plantes), qu'il visite le 24 octobre de la même année, lui paraît bien tenue et il parle avec grande sympathie de son jardinier en chef, Thouin. Quant à la plantation de pommes de terre de Sablonville, où Parmentier le conduit, le 19 juin 1789, il en conçoit une assez piètre idée, car il conseille à ses confrères « de s'en tenir à leur agriculture *scientifique* et de laisser l'agriculture pratique à ceux qui s'y entendent ».

*
* *

Cependant, Arthur Youg avait reçu de son ami Priestley, le grand chimiste, une lettre de recommandation pour Lavoisier. Celui-ci l'invite à venir le voir, le 16 octobre 1787. Madame Lavoisier, « *a lively, sensible and scientific lady* », a préparé pour lui un « déjeuner anglais, avec du thé et du café ». Mais « le meilleur rapas », ajoute-t-il, ce fut la conversation, qu'elle tint sur l'*Essay on Phlogiston*, l'*Essai sur le phlogistique*, de Kirwan, qu'elle était en train de traduire (1).

Lavoisier fit visiter à Young son laboratoire et lui montra divers appareils, sa cuve de mercure, « un appareil électrique enclos dans un ballon pour tenter des expériences dans toute espèce d'airs », et surtout celui qui servait à montrer la recomposition de l'eau. Sans y comprendre grand chose, il l'avoue, Arthur Young en loua la structure. « *Mais oui, Monsieur*, lui répondit Lavoisier, et même *par un artiste français* ! », « avec une intonation, ajoute Young, qui admettait l'infériorité des instruments français par rapport aux nôtres », et qui aussi, pensons-nous, marquait une légère ironie, que notre Anglais n'a pas comprise. Puis, Arthur Young se réjouit de voir Lavoisier « splendidement logé et avec toutes les apparences d'une fortune considérable », heureusement placée entre les mains d'un homme, qui consacre à des recherches scientifiques « le superflu de sa richesse » (2).

Le même jour, notre voyageur se rend chez un mécanicien, Lomond, qui avait à son actif plusieurs inventions et qui avait notamment perfectionné la *jenny* pour la filature du coton. Il fit assister Arthur Young à une curieuse expérience :

« Il écrit deux ou trois mots sur un papier, le porte dans une autre chambre, tourne une machine enfermée

(1) Voy. Louis Passy, *La Société royale d'agriculture*, Paris, 1912. — Sur les Sociétés d'agriculture, en général, voy. Henri Sée, *La vie économique et les classes sociales en France au* XVIII^e^ siècle, Paris, 1924. — Rappelons qu'Arthur Young avait été élu correspondant étranger de la Société.

(1) Cette traduction parut en 1788, avec des notes de Guyton de Morveau, Lavoisier, La Place, Monge, Berthollet et Fourcroy, Kirwan, qui devait se convertir plus tard à la théorie de Lavoisier, était encore partisan du fameux *phlogistique*.

(2) Sur Lavoisier, voy. le bon ouvrage de Grimaux.

dans une boîte cylindrique, au sommet de laquelle est un électromètre, une petite balle de moelle de sureau; un fil communique avec un cylindre et un électromètre analogue, qui se trouvent dans une autre chambre; et sa femme, observant les mouvements correspondants de la balle, inscrit les mots qu'ils indiquent; d'où il apparaît que Lomond a formé un alphabet au moyen de mouvements. Comme la longueur du fil ne change rien à l'effet produit, on peut envoyer une correspondance à n'importe quelle distance. »

Quel est ce Lomond? C'est ce que n'avons pu découvrir ; peut-être un fournisseur de Lavoisier, peut-être cet *artiste*, dont il vantait l'habileté. En tout cas, l'expérience est curieuse, et il semble que ce soit un alphabet Morse avant la lettre. Cependant, M. Ch. Fabry, l'éminent physicien, à qui nous soumettions la chose, nous a répondu qu'une expérience analogue avait été faite, vers 1775, par un certain Lesage, de Genève, qu'il s'agissait d'un appareil électrostatique et que la télégraphie électrique ne pouvait vraiment naître qu'après la découverte de la pile et de l'électro-magnétisme. Il nous a semblé cependant que cette expérience d'un précurseur méritait d'être signalée.

*
* *

Dans son voyage de 1789, en passant à Dijon, le 31 juillet et le 1er août, Arthur Young se trouve en la compagnie du célèbre chimiste, Guyton de Morveau, qui y exerçait la profession d'avocat-général au Parlement. Il fait un grand éloge de l'homme : « vivant, affable et éloquent ». M. de Morveau aurait tenu une grande place dans n'importe quelle situation ; il est naturel et « libre de tout air de supériorité », que montrent trop souvent, ajoute Young, les hommes d'une grande réputation. Et il s'agit « du plus grand chimiste de France et de l'un des plus grands chimistes dont l'Europe puisse s'enorgueillir ». Assertion qui nous paraît singulière, quand on pense qu'à ce moment même vivait Lavoisier, dont la gloire, aux yeux de la postérité, éclipse la réputation de ses plus éminents confrères. Elle s'explique cependant, si l'on considère, comme le remarque M. Emile Meyerson (1), que la réputation de ce grand génie n'était pas encore incontestée, auprès du grand public.

Bien que la Révolution en soit à sa phase la plus critique et que Guyton de Morveau en ait embrassé la cause avec ardeur, cependant il ne parle guère que de la question du *phlogistique*, dont il soutient la non-existence, en déclarant que « la question est aussi tranchée que celle de la liberté en France ». Cependant, sa conversion à la théorie de Lavoisier était relativement récente, mais, ayant reconnu son erreur, il combattait vaillamment pour ce qu'on appellera plus tard la *révolution chimique* (1). La théorie du phlogistique avait, en effet, « réuni tous les suffrages », selon le mot de Grimaux, et, comme le dit M. Berthelot, elle était si claire et coordonnait tant de phénomènes qu'elle « frappa d'admiration les contemporains ». On comprend la résistance que rencontra Lavoisier auprès des plus grands chimistes, comme Baumé, Macquer, Scheele et Priestley (2).

Guyton de Morveau, nous apprend encore Arthur Young, était en train de corriger les épreuves de l'article *Air*, de l'*Encyclopédie Méthodique*. Cet article se trouve dans le tome 1er du *Dictionnaire de chimie*, qui porte cependant la date de 1786. Mais c'est que sans doute il paraissait par fascicules. Comme le remarque M. Meyerson, à la page 29 de l'ouvrage, Guyton de Morveau faisait encore de grandes réserves sur la théorie de Lavoisier, que dans l'article *Air* et dans le *Second Avertissement*, il soutient avec ardeur (p. 625 et suivantes).

Arthur Young, féru de la méthode expérimentale, pense que Guyton de Morveau emploierait mieux son temps à faire des expériences et même à se préoccuper des applications de sa science à l'agriculture. Il ne le lui cache pas :

« Je pris la liberté de lui dire qu'un homme, qui est capable d'imaginer les expériences, qui seront les plus décisives pour résoudre les questions scientifiques et qui a le talent d'en tirer toutes les conclusions utiles, devrait être entièrement employé à faire des expériences et à en publier les résultats, et que, si j'étais roi ou ministre de France, je voudrais lui rendre cet emploi si lucratif qu'il n'aurait besoin de rien faire d'autre. Il rit et me demanda, puisque j'étais si partisan du travail de laboratoire et si hostile aux écrits, ce que je pensais de mon ami, le Dr Priestley. Et il exposa aux deux autres messieurs l'intérêt que prenait ce grand savant à la métaphysique et à la théologie ».

*
* *

Guyton de Morveau montre ensuite à Arthur Young son laboratoire. Ce sont deux grandes pièces admirablement meublées :

« Il y a six ou sept fourneaux différents (dont le plus puissant est celui de Macquer), une variété et un nombre, d'appareils, comme je n'en ai vu nulle part ailleurs.

... Il y a, dressés partout, de petits pupitres, avec des plumes et du papier, et aussi dans la bibliothèque, ce qui est bien commode... »

(1) Émile Meyerson, *De l'explication dans les sciences*, t. II, Appendice II, « La résistance à la théorie de Lavoisier ».

(1) Voy. M. Berthelot, *La révolution chimique*, et l'excellente étude d'E. Meyerson, citée ci-dessus.

(2) Sur la puissance de cette théorie, malgré le nombre croissant d'expériences, qui étaient en contradiction avec elle, voy. aussi E. Meyerson, *De l'explication dans les sciences*, t. I, p. 76 et sq.

Guyton de Morveau est en train de faire des expériences eudiométriques, « particulièrement avec les eudiomètres de Fontana et de Volta ». Et Young décrit l'une de ces expériences : « il garde son air nitreux (1) dans des quarts de bouteille, fermées avec des bouchons ordinaires, mais renversés ; cet air est toujours le même, s'il est constitué par les mêmes matières » (2). Guyton de Morveau exposa une autre expérience, destinée à constater la proportion de l'air vital, c'est-à-dire de l'oxygène (3) :

« On place un morceau de phosphore dans une cornue de verre, bouchée par de l'eau ou du mercure, et on l'enflamme en plaçant au-dessous une bougie. La diminution du volume de l'air marque la quantité d'air qu'il contenait, d'après la doctrine antiphlogistique. Une fois éteint, le phosphore bout, mais ne s'enflamme pas ».

Guyton de Morveau montre encore des balances de précision, une pompe à air, avec des cylindres de verre, le système de lentilles ardentes de Buffon, ou vase à absorption, « un appareil respiratoire, avec de l'air vital dans un bocal, d'un côté, et de l'eau de chaux, de l'autre », enfin, une foule d'inventions nouvelles et très ingénieuses, la plupart relatives à la « physique de l'air ». C'est aussi surtout à ses propres frais, semble-t-il, que Guyton de Morveau a constitué son laboratoire (1). Le hasard a voulu qu'à cette époque des hommes, admirablement doués pour les sciences, disposassent aussi d'une grande fortune.

L'esprit curieux d'Arthur Young s'est intéressé certainement à toutes ces nouveautés. Mais on peut douter qu'il en ait compris toute la portée; la Révolution française lui fait une plus grande impression que la « révolution chimique ». Peu de personnes, d'ailleurs, à cette époque, en dehors des spécialistes, se rendaient compte des conséquences incalculables, qui devaient découler des découvertes géniales de Lavoisier. Il faut dire que le public savant était moins étendu que de nos jours et que la vulgarisation scientifique, si méprisée par Arthur Young, et pourtant si utile, n'était encore que dans l'enfance.

HENRI SÉE.

(1) C'est le bi-oxyde d'azote.

(2) C'est peut-être l'expérience décrite par Guyton de Morveau (Expérience IX, art. Air, *Encyclopédie Méthodique, Dict. de chimie*, t. I, pp. 702-703).

(3) C'est l'expérience XII (*Ibid.*, t. I, p. 705).

(1) Cependant les Etats de Bourgogne, en 1775, avaient créé des cours de sciences à Dijon.

LES ESSAIS SUR MODÈLES RÉDUITS ET LA MÉTHODE SCIENTIFIQUE

par M. Edmond MARCOTTE,
Ingénieur civil I.C.F., Lauréat de l'Institut.

Les problèmes soulevés par l'établissement et le perfectionnement du matériel naval et aérien ont beaucoup contribué à l'avancement des sciences appliquées ; il en est de même des recherches relatives à la stabilité des ouvrages d'art exceptionnels, tels que les grands barrages hydro-électriques.

Il serait facile, pour le démontrer, de passer en revue les notions les plus importantes que l'on a dû élucider pour prévoir, avec le moindre risque d'accident, les formes des navires et des aéronefs, le dispositif d'un grand viaduc, les profils d'un haut barrage. Mais si nous voulions énoncer, seulement ce qui a été fait en ces matières depuis 1900, nous remplirions aisément cette Revue.

Cette démonstration est d'ailleurs inutile, croyons-nous. Ce qui l'est moins, c'est de montrer le caractère spécial que ces diverses constructions doivent à leur importance, dimensions et prix. Ici, tout échec est une catastrophe humaine ou financière : tout ouvrage ou tout appareil construit ou lancé doit tenir et, pour cela, on ne peut se fier à l'empirisme, c'est-à-dire au pur hasard ou à peu près.

Si les frères Wright, par exemple, ont été indiscutablement les premiers conquérants de l'air, c'est que, contrairement à leurs émules et devanciers qui voulaient résoudre *tous* les problèmes à la fois, ils ont, suivant la meilleure méthode scientifique, divisé les difficultés pour trouver successivement les diverses solutions indispensables : voilure, gouvernes, hélice, moteur, envol.

Ainsi, la réalisation du premier avion qui ait volé avec quelque sécurité est l'aboutissement d'une série de recherches coordonnées. Chacune d'elles reposant sur l'intuition des inventeurs était poursuivie logiquement, puis sanctionnée par l'expérience.

Intuition, logique, expérience, c'est le cheminement que l'on retrouve dans toute invention. Il suffit parfois d'un raisonnement élémentaire pour relier les deux extrémités de la chaîne,

mais ce chaînon intermédiaire existe toujours. Dans les cas les plus complexes, la méthode scientifique, en éclairant le chemin ne conduit pas toujours au but, mais augmente singulièrement les chances que l'on a d'y arriver sans ou trop long délai.

L'ingénieur, le constructeur n'ont pas, en général, à rechercher la solution la plus exacte, mais seulement la solution la plus approchée, parmi celles qui peuvent être obtenues dans un délai donné. Et, c'est l'introduction du facteur *temps*, c'est-à-dire du facteur *économique*, qui caractérise la science appliquée, si l'on veut la distinguer de la science pure, bien qu'en fait, il n'y a qu'une Science, dont les applications confirment, pas à pas, les théories, leur donnant une autorité nouvelle qui facilitera ensuite les recherches.

Recherches sur les hélices (1).

Prenons, par exemple, le problème du propulseur. Au point de vue théorique, l'hélice aérienne ou l'hélice marine sont construites d'après des calculs basés sur l'expression mathématique de la force ou du travail développé par un plan mince en mouvement dans un fluide, et que l'on intègre de diverses manières.

L'intégration est plus ou moins difficile, mais ne constitue pas un obstacle sérieux ; la véritable difficulté, c'est que l'on ne connaît pas encore la loi rigoureuse de l'action élémentaire d'un plan mince, et que, par conséquent, tout calcul est plus ou moins approché.

On a pu, heureusement, établir une méthode d'essais sur petits modèles et la loi de passage, du phénomène observé à petite échelle avec la réalité réalisée en vraie grandeur, ce qui a permis d'élucider certains points, sans pouvoir, d'ailleurs formuler des prévisions absolues. Des expériences méthodiques conduisirent aux premières théories complètes de l'hélice par Doyère et Drzewiecki (1888-1892), puis, par Rateau.

M. Doyère, partant d'une hypothèse grossièrement approximative de l'action élémentaire d'un plan mince, établit, d'abord, une formule rationnelle mais erronée, qu'il s'efforça, en introduisant des fonctions correctrices, de rapprocher des faits expérimentaux.

M. Rateau a opéré de même.

*
* *

Nous voyons immédiatement où s'arrête la portée des essais à échelle réduite.

Le problème de l'hélice propulsive n'a, pour l'instant que des solutions approchées. Plusieurs théories différentes, toutes fondées sur l'hypothèse — justifiée d'ailleurs par l'homogénéité mécanique — de la proportionnalité de la pression au carré de la vitesse, arrivent toutes à la loi de l'incidence *optimum*, mais diffèrent par les mises en équations. L'accord des formules avec les faits expérimentaux et surtout l'approximation de cet accord dans un cas donné, montrent la valeur de la formule dans ce cas. L'accord ne prouve pas que les hypothèses sont exactes, mais seulement qu'elles offrent une image satisfaisante pour certaines applications. Et si l'on ne retrouve, à la fin d'un calcul, que ce qu'on y a mis au commencement, il faut reconnaître qu'on le retrouve souvent sous une forme beaucoup plus commode pour les calculs.

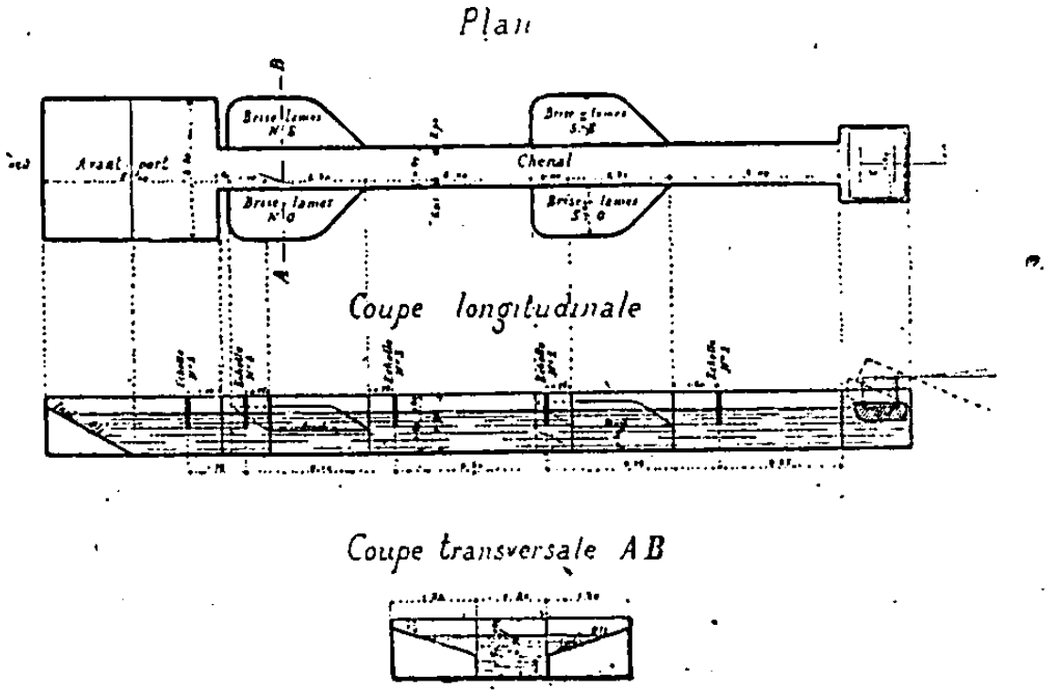


Fig. 31. — Dispositif de M. Alexandre pour l'étude de la propagation de la houle.
Chenal représenté par un canal en maçonnerie terminé à gauche par un élargissement plus faible correspondant à l'entrée et dans lequel les lames sont produites par l'immersion périodique d'un rateau en bois (hachuré sur la coupe longitudinale). — Les brises-lames pouvaient être fermés en totalité ou à moitié.

Moyens d'atténuer la houle dans les ports.

Les modèles réduits ont permis d'élucider des problèmes encore plus complexes.

Dans un port à marée, l'avant-port communique généralement avec la mer par un chenal que deux jetées protègent contre le déversement des sables et des galets de la plage contiguë.

On a préconisé, pour obtenir, en tous temps, un calme relatif dans l'avant-port, différents procédés.

Les ports anciens avaient un chenal courbe. Cette forme contrariait peu la propagation des lames, mais, par contre, gênait considérablement les bateaux en les exposant à chaque instant à heurter l'une ou l'autre des jetées ; elle empêchait l'augmentation de la longueur des navires. Les rétrécissements dans le chenal sont

(1) Cf. Lamouche. *Bulletin de l'Association technique Maritime et Aéronautique*, n° 31, p. 83.

également condamnables : sans action sur la houle dans l'avant-port, ils augmentent l'agitation dans le chenal.

Il n'a pas été inutile d'étudier sur modèles réduits, ces phénomènes de propagation de la houle.

En 1882, la jetée Est de Dieppe était curviligne ; l'entrée, de 70 m. de longueur, était réduite à 45 m., cent mètres plus loin. Ainsi lorsque la hauteur des lames était un mètre à l'entrée, on n'observait plus que o m. 23 au fond de l'avant-port.

En 1885, la jetée de l'Est ayant été reconstruite de façon à donner au chenal une largeur uniforme de soixante-dix mètres, sans modifier le brise-lames, le rapport entre la hauteur des lames à l'entrée du port et au fond de l'avant-port était resté 0,23.

Il s'agissait de contrôler les formules proposées, notamment, en ce qui concerne les brise-lames et de rechercher le dispositif le plus convenable pour l'ensemble.

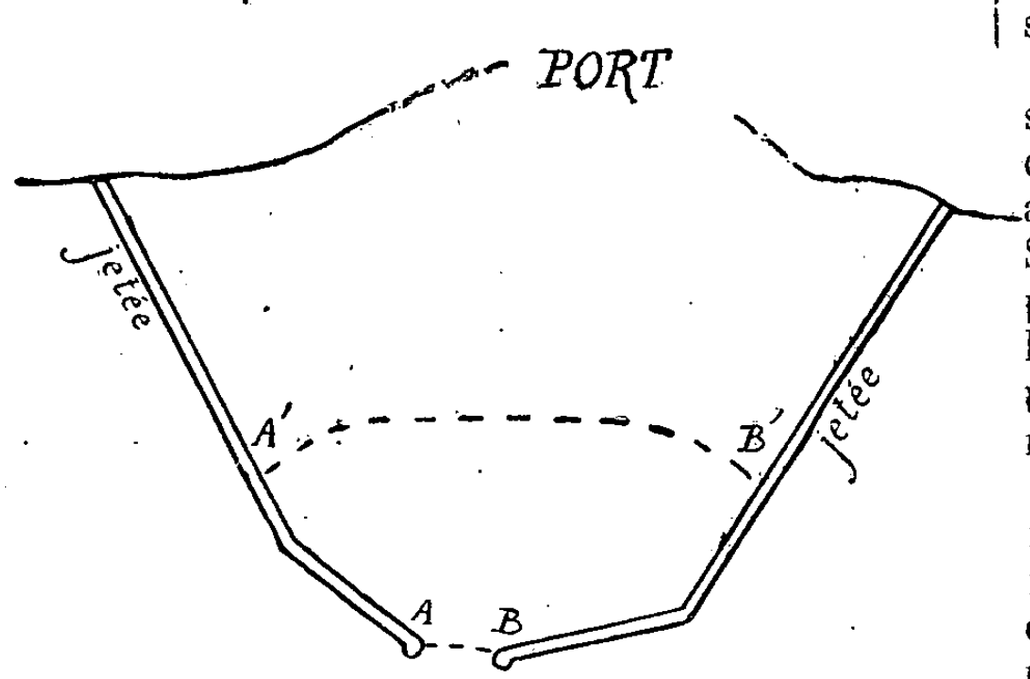


Fig. 32. — Jetées convergentes : épanouissement et amortissement de la houle de (A B à A' B').

Expériences sur modèles réduits. — Dans ce but, M. Alexandre, Inspecteur général des Ponts-et-Chaussées, fit établir plusieurs modèles à petite échelle. Le schéma (fig. 31) représente la meilleure disposition en ce qui concerne les brise-lames.

Des essais complémentaires ont finalement consacré la formule suivante :

Chenal rectiligne compris entre deux jetées ayant entre elles une distance croissante à partir de l'entrée du port. Brise-lames disposés le long du chenal, le premier assez près du musoir exposé au choc oblique des lames par mauvais temps, mais assez loin pour que son mur d'enceinte ne donne pas de ressac à l'entrée ; les autres à la suite, d'un côté ou de l'autre suivant les circonstances ; les longueurs de chacun d'eux égales à la largeur du chenal ; les chambres des brise-lames dressés suivant un plan incliné à pente douce de façon à ce que les lames n'aillent pas frapper le mur d'enceinte.

Les expériences condamnaient les jetées en zig-zag et montraient qu'on pouvait élargir le chenal sans augmenter la houle. C'est ainsi que l'ancienne entrée du Havre fut portée de 32 à 100 m., l'entrée de Fécamp de 40 à 70 m., celle de Dunkerque de 70 à 120 m., et que l'on porta ensuite celle de Calais de 100 à 135 m.

Les essais sur modèles réduits avaient donc conduit à des conclusions utiles. Il s'agissait, de les interpréter pour en tirer le meilleur parti.

C'est par une interprétation rationnelle des résultats des essais que M. Alexandre préconisa des jetées ayant entre elles une distance croissante à partir de l'entrée du port.

Jetées convergentes. — On s'est rendu compte, en effet, que les jetées parallèles ne peuvent maintenir, à l'entrée des ports, des fonds suffisants. Les sables mis en suspension par les vagues et les courants s'y accumulent et lorsque le rivage s'est ainsi avancé progressivement vers le large, ils débordent les musoirs et se déposent devant l'entrée.

Il est donc nécessaire qu la jetée soit inclinée sur le rivage et se retourne parallèlement à la côte sans coudes brusques, afin de n'apporter aucune perturbation aux courants littoraux. Sans supprimer absolument l'avancement de la plage, on peut le retarder beaucoup ; le bouleversement des tempêtes suffit souvent à empêcher l'accumulation des galets d'atteindre le môle.

On est arrivé à construire des jetées nettement convergentes (fig. 32) enracinées obliquement dans le rivage à une grande distance l'une de l'autre, puis, vers l'extrémité, se retournant parallèlement à la côte et laissant finalement entre elles un espace où l'on peut établir un môle pour avoir deux entrées.

Ces jetées s'avancent jusqu'à l'endroit où cesse l'action des tempêtes sur le fond.

On forme ainsi, entre les jetées, une véritable rade artificielle.

Sur les rives de l'avant-port ainsi créé, on ménage des plans faiblement inclinés ou des brise-lames dans les endroits où la houle pourrait, en se réfléchissant, entretenir une agitation gênante, sinon dangereuse.

Le calme, d'ailleurs, ne pourra exister en tous temps que dans un arrière-port séparé de l'avant-port par une seconde passe suivie d'un épanouissement également muni de brise-lames.

Car la houle est un phénomène ondulatoire qui ne peut s'amortir que dans une série de bassins d'épanouissement, à l'intérieur desquels la période d'oscillation contrarie la période du mouvement venu du large.

Ces remarques très simples permettent d'expliquer et d'empêcher les véritables tempêtes constatées dans certains avant-ports modernes,

qui paraissaient bien protégés par un système de digues et de jetées.

Les modèle réduits ont permis de préciser très vite une série de notions utiles applicables même à des techniques très éloignées de l'amortissement des houles maritimes. On pourrait, sur un modèle analogue, établir de bons silencieux pour moteurs d'automobile.

Vérification des calculs de résistance des matériaux.

Le constructeur d'un ouvrage doit connaître les caractères des différents matériaux de construction, et savoir comment ils se comportent dans les constructions. Il importe tout particulièrement de considérer les actions statiques ou dynamiques provenant des charges et qui se manifestent par un changement élastique de l'état des tensions intérieures.

En effet, dans un projet satisfaisant, on doit s'assurer que, nulle part, les efforts intérieurs, après mise en service de l'ouvrage, ne dépasseront une certaine limite, au-dessous de laquelle les déformations conservent le caractère élastique indispensable.

Depuis très longtemps, on a cherché à se rendre compte jusqu'à quel point les calculs basés sur l'expérience et les déductions théoriques, s'accordent avec les sollicitations réelles des constructions, particulièrement lorsqu'il s'agit de constructions d'un type nouveau.

La loi de Hooke, de la proportionnalité des déformations aux efforts, donne un moyen facile de vérification. Le seul inconvénient de cette méthode consiste en ce que l'observation des déformations doit nécessairement être faite sur une certaine longueur ; elle ne donne donc qu'une valeur *moyenne* des efforts. S'il s'agit de constructions de dimensions considérables, cet inconvénient n'existe pratiquement pas. Mais dès que, dans une construction, une longueur de quelques centimètres est une fraction non négligeable relativement aux dimensions d'ensemble, les difficultés apparaissent. C'est là, le cas des études expérimentales sur les modèles à échelle réduite où l'application de la méthode en question se heurte souvent à des obstacles insurmontables.

Heureusement, il existe une autre méthode, la « photoélasticimétrie » qui permet, pour ainsi dire, de rendre visibles les tensions intérieures.

Bien que la photoélesticimétrie ne soit directement utilisable que pour les modèles en matières transparentes, elle nous renseigne très exactement, ainsi que nous le verrons plus loin, sur les problèmes d'élasticité.

M. Mesnager, se basant sur le phénomène de la polarisation et de la double réfraction accidentelle (Malus, Brewster), complétant les premières notions de Carus Wilson, Wertheim, imagina une méthode nouvelle et complète. Hors de France, cette méthode est activement poursuivie surtout par M. Coker à University College de Londres.

La photoélasticimétrie.

La photoélasticimétrie, méthode expérimentale, est liée étroitement à la théorie de l'élasticité. Si nous nous bornons à l'élasticité plane, c'est-à-dire aux problèmes qui peuvent être représentés par des modèles en forme de lames

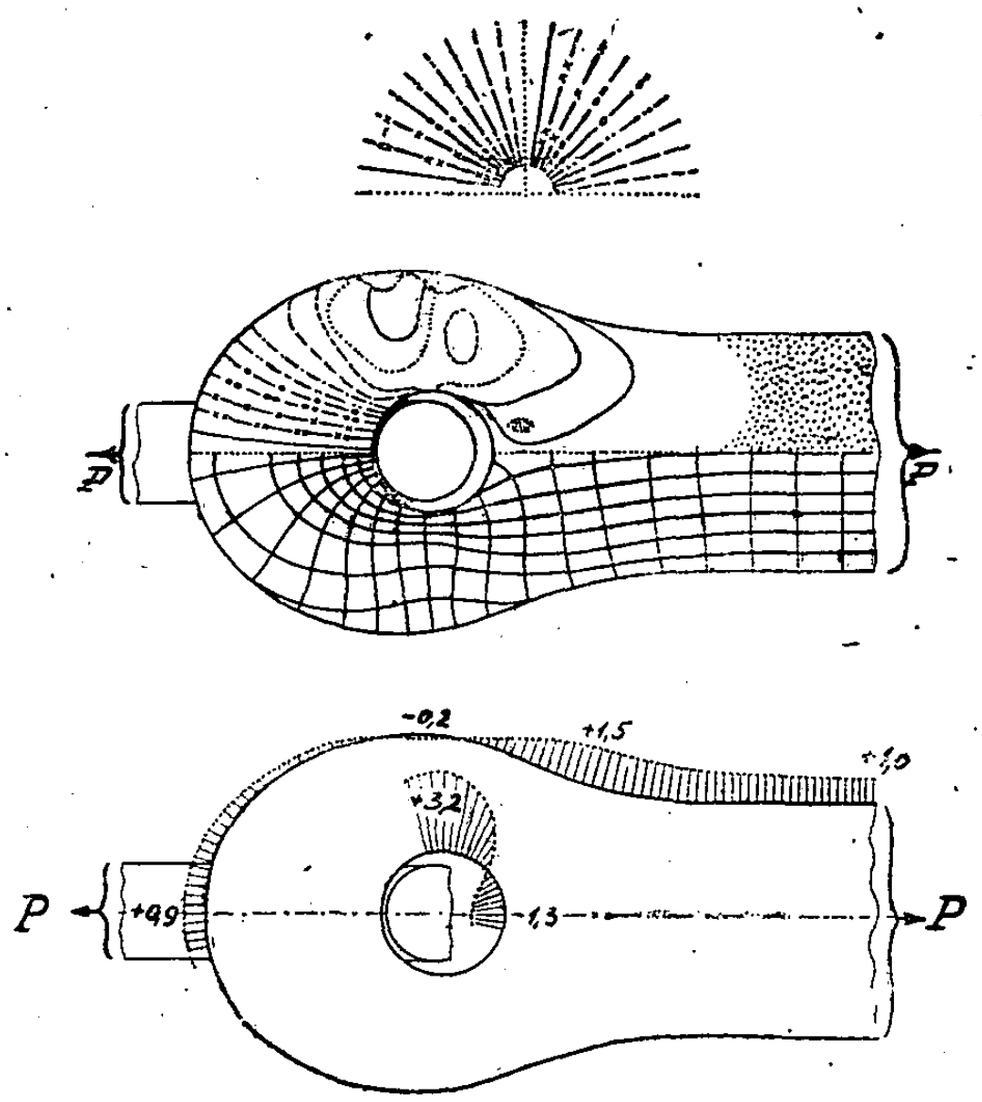


Fig. 33. — Mesures photoélasticimétriques

planes soumis au système des forces extérieures agissant dans le plan du modèle, la théorie montre que l'effort intérieur en un point varie suivant la direction. Parmi toutes les directions autour d'un point il y en a deux où les efforts sont, l'un le plus grand et l'autre le plus petit de tous les efforts qui se développent au même point. On les appelle *tensions principales*, en comprenant le terme de tension dans le sens tout à fait général : un effort de compression pouvant être interprété comme une tension négative.

Pour la réalisation des expériences, il suffit de placer un modèle dans l'appareil approprié consistant principalement dans deux nicols croisés.

Le modèle, chargé par le système des forces, observé ainsi en lumière polarisée montre deux sortes de lignes.

Les unes, obscures forment une famille de courbes qui balayent toute la surface quand on tourne le modèle dans son propre plan. Pratiquement, on fait l'inverse : le modèle reste immobile et on tourne simultanément les nicols croisés. C'est ainsi, par exemple, que l'on a tracé les lignes ponctuées de diverses manières visibles au-dessus de l'axe horizontal de la pièce mécanique (fig. 33). Chaque ligne est relative à une position du polarisateur et de l'analyseur (à 90° du premier) figurée à l'aide des mêmes traits suivant les rayons du petit schéma supérieur.

Les autres lignes, également sombres si l'on utilise une lumière monochrome, présentent

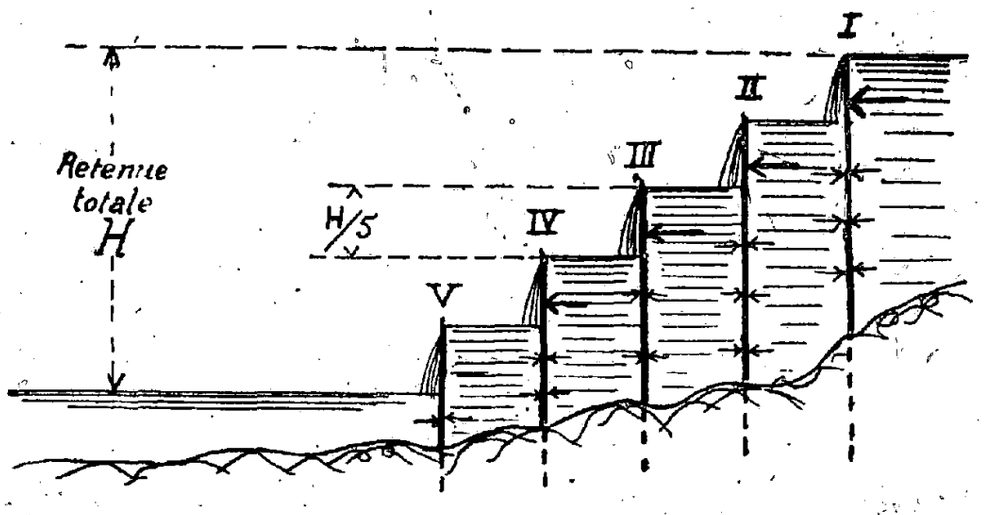


Fig. 34. — Sohéma d'nn barrage étagé à voûtes minces (élévation).

au contraire les couleurs de l'arc-en-ciel si l'on utilise une lumière ordinaire blanche et c'est pourquoi on les appelle lignes isochromatiques.

Les premières lignes appelées isoclines, nous renseignent sur les *directions* des efforts intérieurs, de sorte que ce réseau de lignes isoclines nous permet de tracer à l'aide de constructions graphiques simples le réseau des lignes *isostatiques* que l'on voit sur la même figure 33, au-dessous de l'axe horizontal, tandis que les lignes isochromatiques, indépendantes de la position angulaire du modèle par rapport aux nicols croisés, nous donnent la valeur de la différence des tensions principales au même point. L'étude des lignes isochromatiques n'est pas indispensable. On peut, en utilisant un des procédés de compensation connus, déterminer très exactement *la différence des tensions principales* dans tous les points du modèle.

Le grand avantage des méthodes que nous venons de rappeler consiste dans le fait que toutes les mesures se font par de simples observations sans *aucun* contact matériel avec le modèle.

*
* *

Ce contact est nécessaire jusqu'à présent pour la détermination expérimentale *de la somme des tensions principales*, détermination qui évite l'emploi de procédés théoriques pour arriver à la solution finale du problème.

La méthode de la mesure de la somme des tensions principales est aussi due à M. Mesnager qui a indiqué le moyen facile de l'obtenir par la mesure de la modification élastique de l'épaisseur du modèle. Cette mesure, en général, plus délicate que les procédés précédents, se fait à l'aide de *latomètres interférentiels ou mécaniques*. Le latomètre interférentiel Mesnager (construit par la Maison Jobin et Yvon, à Paris), est plus exact que le latomètre mécanique Coker (construit par la Maison Hilger, à Londres) un peu plus commode.

Les mesures latométriques, ou mesures du changement d'épaisseur du modèle se font en mesurant la distance entre les points de contact de certaines touches avec le modèle ; par conséquent, la somme des tensions principales peut être mesurée aussi bien sur modèles opaques que sur modèles transparents.

Par contre, les mesures à l'aide de la lumière polarisée ne sont applicables jusqu'à présent, qu'aux modèles transparents.

Malgré cette limitation d'application de la photoélasticimétrie aux modèles transparents, les résultats, c'est-à-dire l'étude de la répartition

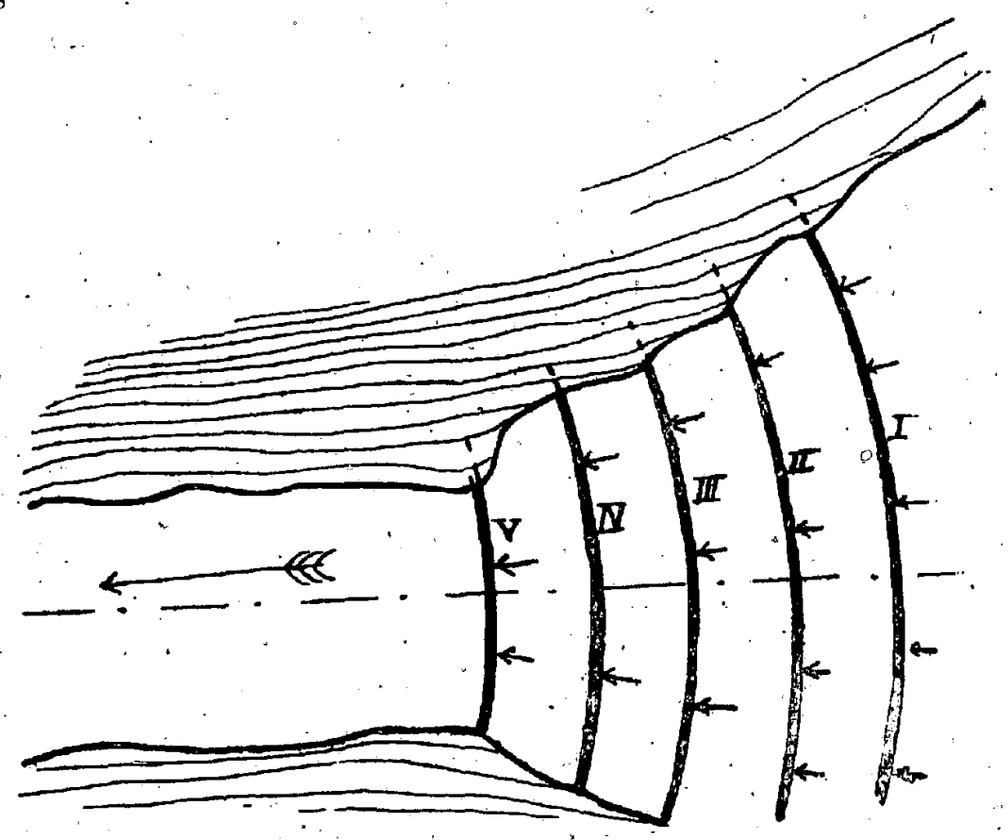


Fig. 35. — Schéma d'un barrage étagé à voûtes minces (plan).

des tensions sont valables pour toutes les constructions aux formes semblables quelles que soient l'échelle et la matière constitutive. Cette similitude est, dans la plupart des cas pratiques, rigoureusement exacte dans d'autres cas, il faut apporter certaines corrections.

Le grand intérêt de cette nouvelle méthode de recherches de problèmes d'élasticité repose tout particulièrement sur deux points :

1° Elle facilite les vérifications expérimentales dans tous les cas nombreux où toute autre méthode serait inutilisable.

2° Elle permet de résoudre des problèmes de

résistance des matériaux dont le calcul n'a pas encore donné la solution.

Nous en avons un exemple très simple (fig.33).

Les mesures photoélasticimétriques ont permis de *calculer* la valeur des tensions et des pressions sur les contours de la pièce figurée sollicitée par deux forces égales et opposées P. On voit, notamment, que la tension la plus forte

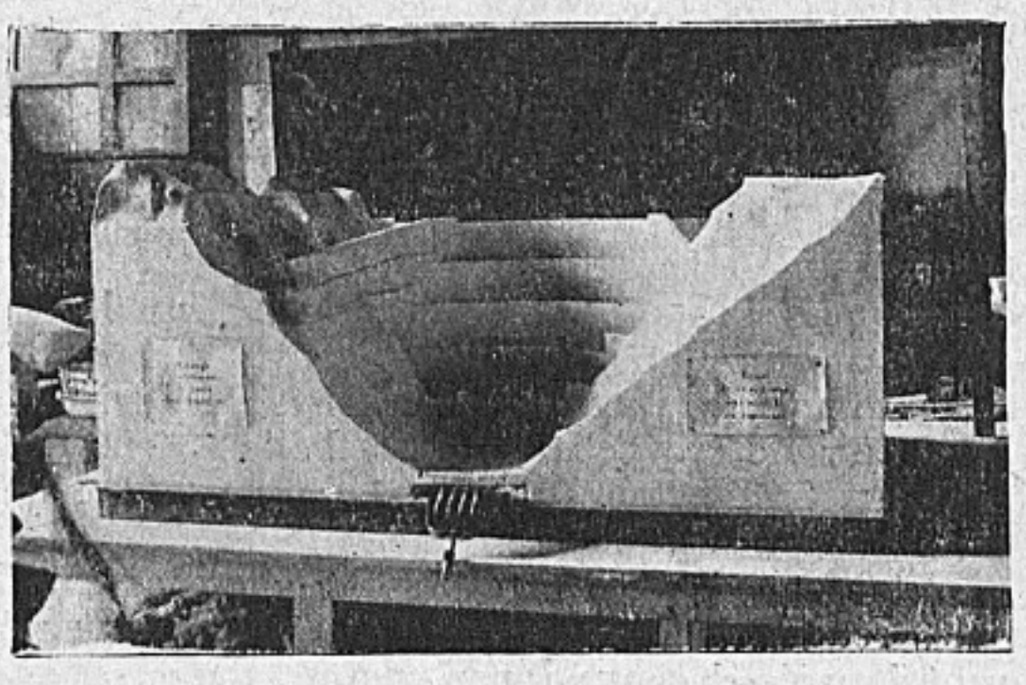


Fig. 36. — Barrage de Marège
Vue de la maquette (à l'échelle de 1/100) avant l'essai. Les gradins ou biefs sont limités verticalement par des voutes minces dont la convexité est tournée vers l'amont. La retenue tolale de 70 mètres serait ainsi divisée en 5 retenues égales, de sorte que chaque voûte ne supporterait, en service normal, qu'une retenue d'eau de 14 mètres.

à la surface de l'œilleton de la pièce est 3,2 fois la tension qui résulterait de la répartition uniforme des efforts dans la section normale de la pièce. Ce résultat est sensiblement applicable aux efforts dans les *plaques tubulaires* de chaudières.

Essais de barrages a l'aide de mercure (1).

La photoélasticimétrie ne peut donner de renseignements que pour la distribution des tensions dans une section plane sur laquelle tous les efforts extérieurs sont appliqués ; mais elle est impuissante dans les autres cas, par exemple, s'il s'agit de déterminer les fatigues d'un barrage hydroélectrique en voûte.

Précisément, MM. Mesnager et Veyrier ont imaginé un modèle entièrement nouveau de barrage qui se distingue des anciens types, en ce que la retenue totale de l'ouvrage est divisée en plusieurs biefs très rapprochés à l'aide de voûtes étagées à directrices horizontales circulaires et à génératrices verticales (fig. 34 et 35), dont chacune ne supporte qu'une fraction de la retenue totale, c'est-à-dire la différence entre deux biefs successifs. Par exemple, la retenue d'eau du barrage de Marège (Haute-Dordogne) qui doit être de 70 mètres, serait divisée en biefs retenus chacun par une voûte n'ayant à supporter normalement qu'une pression de 14 mètres d'eau, ce qui permettrait d'employer des *voûtes minces* dans lesquelles, sauf, au voisinage des appuis, aucune partie vraisemblablement ne travaillerait à l'extension (on sait que le béton, qui résiste très bien aux efforts de compression, ne peut guère supporter sans se fissurer des tensions positives notables).

Voici comment ce système de barrage a été essayé sur modèle réduit, au Laboratoire de l'Ecole des Ponts-et-Chaussées.

Un modèle réduit à l'échelle 0,01 a été confectionné en plâtre dont les caractéristiques physiques et mécaniques avaient été soigneusement déterminées (fig. 36).

Au lieu de charger les différents biefs avec de l'eau, on les a remplis de mercure, afin d'exercer des pressions hydrostatiques 13,6 fois plus intenses. Les résistances relatives du plâtre et du béton ainsi que leurs épaisseurs étaient

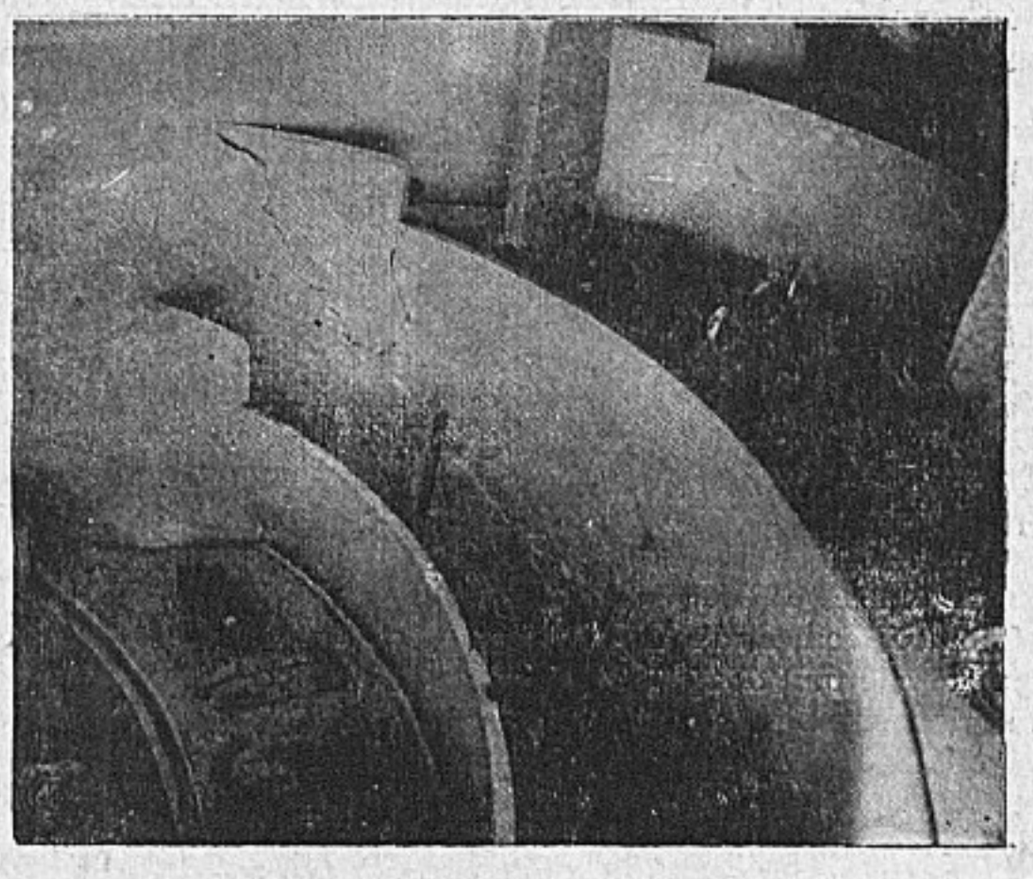


Fig. 37. — Rupture de la voûte n° 3.
La rupture s'est faite sans cette déformation notable, cette courbure particulière qui constitue ce qu on appelle le flambement ou flambage. Les craintes que l'on pouvait avoir à ce sujet sont ainsi écartées. C'est là un des résultats les plus intéressants de l'essai. Le cheminement de la fissure est d'ailleurs conforme à celui que les travaux théoriques sur la question permettraient de prévoir.

telles que deux points homologues du modèle essayé et du barrage projeté devaient se rompre ou résister de la même façon.

Venait-on à vider l'eau ses biefs, la voûte amont travaillait sous une charge double ; la vidange de 2 biefs donnait à la voûte amont une charge triple, etc... On voulait ainsi pousser l'essai jusqu'au moment où le flambement

(1) Cf. Ed. Marcotte, *Revue Industrielle* (juin 1927)

d'une voûte, c'est-à-dire la déformation notable de sa surface pourrait être observé : le plus grand danger d'une voûte mince étant *a priori*, le flambement.

Ce phénomène désastreux n'a pu être observé.

La fig. 37 montre l'aspect de la rupture. Le coefficient de sécurité du modèle était d'environ 4.

*
* *

Faut-il conclure de cela que le coefficient de sécurité d'un barrage en béton 100 fois plus haut et d'épaisseurs appropriées serait également 4 ? — Cela est incontestable en ce qui concerne sa résistance mécanique.

Il est bien évident qu'il y a d'autres facteurs à prendre en considération : les infiltrations ; les différences de température sur les deux faces d'une voûte, entraînant des dilatations et des tensions ; les reprises toujours délicates dans les grandes constructions en béton, particulièrement dangereuses, peut-être, dans les voûtes minces.

Dans le but d'élucider ces différents points, les inventeurs font exécuter par le Service des Recherches et Inventions, à Bellevue un modèle à l'échelle $\frac{1}{13,6}$ sur lequel des essais plus sérieux seront poursuivis.

Nous souhaitons plein succès aux savants ingénieurs. En plus de la valeur technique de leur projet et de l'intérêt scientifique de leurs essais, l'économie à réaliser dans la construction des hauts barrages projetés en France et aux Colonies atteindrait un chiffre très important.

*
* *

Nous pourrions multiplier les exemples d'essais sur modèles réduits : modèles de barrages non plus destinés à l'appréciation de la résistance, mais à la détermination des débits hydrauliques, des affouillements, etc. ; modèles d'avions que l'on essaye au vent du tunnel aérodynamique, modèles de carènes de navires. Le « Bois Rosé » petit bateau à hélice aérienne était, en fait, le modèle réduit d'un grand navire.

Instruments précieux de recherches les modèles réduits d'ouvrages ou d'appareils ne peuvent fournir de bons renseignements que si les essais sont poursuivis par des opérateurs habiles suivant un programme rationnellement et minutieusement prévu par des ingénieurs ou des savants capables d'interpréter les résultats.

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

Rayons X et état colloïdal. — Afin de s'expliquer les effets très complexes des rayons X sur la matière vivante, on cherche tout d'abord à déchiffrer le mécanisme de leur réaction sur certains colloïdes. Fernau a montré que les rayons X coagulent l'hydroxyde de cérium et l'albumine, et Wele et Thiels qu'ils coagulent les sels de globuline. Tout récemment, J. A. Crowther et J. A. V. Fairbrother (1). ont abordé le problème avec des colloïdes métalliques.

Crowther et Fairbrother ont utilisé, pour l'irradiation, une ampoule à anticathode de molybdène, fonctionnant sous un régime de 4 milliampères et 55.000 volts. A l'issue d'une mince fenêtre d'aluminium, le rayonnement consistait, pour la plus grande part, en radiations K du molybdène.

Pour l'exposition, la substance était placée dans un récipient peu profond qu'on munissait d'un couvercle scellé à la cire, ceci afin d'éviter toute contamination éventuelle par poussières. Les mesures étaient faites à la fois sur la substance irradiée et sur un échantillon témoin subissant, sauf l'irradiation, des manipulations identiques.

D'une façon générale, seules les irradiations intenses et prolongées ont provoqué des effets sensibles.

C'est avec le cuivre que les résultats ont été les plus nets. Dans une solution préparée par la méthode de Bredig, la coagulation a commencé à un moment donné, à partir duquel la quantité précipitée a augmenté avec la durée d'exposition. En sensibilisant par addition de ferricyanure de potassium très dilué, on a observé une équivalence numérique entre le pouvoir coagulant de la radiation et celui de l'électrolyte.

Dans le cas de la solution Bredig de fer, on a constaté également qu'une irradiation X abaisse la stabilité. Ici cependant, le sol irradié et le sol témoin ne se différencient plus que par la manière dont ils se comportent ultérieurement en présence de chlorure de potassium. Tandis que deux gouttes de KCl dilué ont suffi pour coaguler complètement la solution irradiée, il en a fallu six gouttes pour déterminer dans la solution une coagulation visible.

Sous les rayons X, un colloïde d'argent, normalement orangé, est passé au rouge foncé, virage qui décèle un accroissement de dispersité. A l'ultra-microscope, on n'a aperçu, dans le sol irradié, que des particules isolées, tandis qu'au sein du sol témoin, les particules s'agrégeaient plus ou moins en grappes. Après une exposition suffisamment longue, on a compté, pour une surface d'observation donnée, deux fois autant de particules dans le sol irradié que dans le témoin.

Dans un colloïde d'or, une action prolongée des rayons X a amené encore un virage du rose violet au rouge clair, et dans certaines conditions où le sol témoin a précipité, le sol irradié n'a rien manifesté de tel.

En résumé, dans ces expériences, les rayons X n'ont eu d'efficacité qu'appliqués à haute dose, et ils ont réagi di-

(1) *Philosophical Magazine*, août 1927.

versement selon les cas. Auprès des sols des colloïdes positifs de fer et de cuivre, ils joueraient le rôle d'agents coagulants, et au contraire, ils favoriseraient la stabilité des sols des colloïdes négatifs d'argent et d'or.

S. V.

Météorologie

Les nuages orageux. — On peut apprendre beaucoup sur les phénomènes qui se passent dans un nuage orageux en observant le signe et la grandeur du champ électrique qu'il produit à la surface de la terre et les changements soudains que la décharge électrique amène dans le champ. Dans une communication à la Royal Institution résumée ci-dessous, (*Proceed. of the R. I. of Great Britain*, n° 121, mars 25, 1927) le prof. C. T. R. Wilson passe en revue quelques-uns de ces phénomènes.

Les changements soudains produits dans le champ électrique par l'éclair sont généralement de l'ordre de 10.000 volts par mètre au-dessous de la portion centrale du nuage, et de l'ordre de 1.000 volts par mètre à une distance de 10 kilomètres; à 20 kilomètres ils deviennent comparables aux champs de beau temps de 100 volts par mètre. Les champs détruits, par les décharges d'éclairs sont le plus souvent négatifs en-dessous du nuage et positifs à grande distance. Les expériences de Cambridge et celles faites par Appleton, Watson, Watt et Head sur les orages éloignés concordent et s'interprètent simplement dans l'hypothèse où les nuages orageux seraient essentiellement bipolaires et où la charge positive serait au-dessus de la charge négative.

Les décharges peuvent se produire entre les pôles supérieurs et inférieurs, entre le sol et le pôle inférieur ou plus rarement le pôle supérieur, entre le pôle supérieur et l'atmosphère supérieure. Des combinaisons de ces décharges se produisent aussi soit simultanément soit en succession rapide.

De la grandeur des changements soudains produits dans le champ par la décharge lumineuse, à des distances connues, on peut déduire les moments électriques des décharges, moments qui dépendent des quantités d'électricité déchargées et de leur distance. Ces moments dépassent en général 30-coulombs-kilomètre. La quantité d'électricité mise en jeu dans un éclair est de l'ordre de 20 coulombs. La différence du potentiel développée dans le nuage avant la décharge est de l'ordre de un million de kilovolts, et l'énergie dépensée dans la décharge est d'environ 10^{17} ergs ou 10^{10} joules.

Les travaux récents sur la propagation des ondes électromagnétiques ont définitivement prouvé (ce que les faits du magnétisme terreste semblaient indiquer depuis longtemps) que l'atmosphère supérieure est fortement ionisée. Les nuages orageux sont des générateurs électriques à très haut voltage situés entre la terre et les couches conductrices de la haute atmosphère, d'où ils peuvent extraire une abondante provision d'ions. Il y a probablement à la fois des courants continus et des décharges momentanées entre le nuage et l'atmosphère supérieure; entre le pôle inférieur et le sol un courant est formé par la pluie chargée électriquement par les éclairs et par les décharges par les pointes. Si les nuages orageux sont surtout de polarité positive (c'est-à-dire si la charge supérieure est positive), ils doivent maintenir un courant ascensionnel entre la terre et l'atmosphère supérieure. Près de 2.000 nuages orageux sont en moyenne en action à un moment donné. Il est bien possible qu'ils puissent être la source principale du courant vers le bas et du gradient du potentiel positif des régions de beau temps.

Dans un nuage orageux, par suite de la grande surface que couvrent les champs électriques, des effets peuvent être possibles que nous ne pouvons espérer produire en laboratoire. Il pourrait par exemple fort bien arriver que des électrons soient accélérés jusqu'à ce que leur énergie devienne quelques centaines de fois plus grande que celle de toute particule β connue.

J. B.

T. S. F.

Propagation des ondes courtes autour de la Terre. — Des résultats très intéressants quant à la propagation des ondes courtes ont été récemment déduits des observations faites sur du trafic commercial. Pendant le mois d'octobre 1926, la Radio Corporation of America mit en service la station 2XSA (actuellement 2XT) sur 16,175 mètres de longueur d'onde pour communiquer avec la station allemande en vue de trafic transatlantique. Pendant les heures de trafic, le chemin direct est éclairé. On a pu utiliser des vitesses dépassant 80 mots à la minute. Ce résultat ajouté à celui précédemment obtenu avec Buenos-Aires par AGA (15 mètres) à Nauen a montré la possibilité pratique d'une communication transatlantique de jour sur ondes courtes.

L'examen d'enregistrements automatiques des signaux reçus au Central Transradio a révélé l'existence de signaux perturbateurs à des endroits que l'on prévoyait blancs. On peut supposer que ces derniers proviennent des ondes ayant suivi l'autre trajet autour de la terre. Les signaux de la station américaine ont été photographiés à la station réceptrice de Geltow à l'aide d'un oscillographe Siemens et les graphiques montrent nettement l'existence d'un deuxième signal peu de temps après le signal principal (voir figure 38).

Ces signaux supplémentaires sont parfois assez forts pour interférer avec les signaux principaux. Dans la fig. 39, la station américaine transmettait les lettres a, b, c; dans le graphique supérieur, on peut noter un point s'ajoutant à la lettre b, la transformant ainsi en 6; dans la partie inférieure, la lettre c est déformée.

Afin de déterminer plus soigneusement le temps séparant l'arrivée des deux signaux, la station américaine fut priée de transmettre des signaux spéciaux composés de points brefs à raison de 5 par seconde. Ces signaux étaient reçus à Geltow par deux récepteurs et chacun de ces derniers était relié à un vibrateur de l'oscillographe. Le premier récepteur était relié à une antenne unitilaire inclinée de 20 m. de long et de 15 m. de haut à une extrémité; le 2e était relié à une antenne de Hertz faisant un angle de 40° avec la verticale et supportée par un mât d'environ 10 mètres de haut. Les parties supérieure et inférieure de la fig. 38 montrent respectivement les signaux reçus

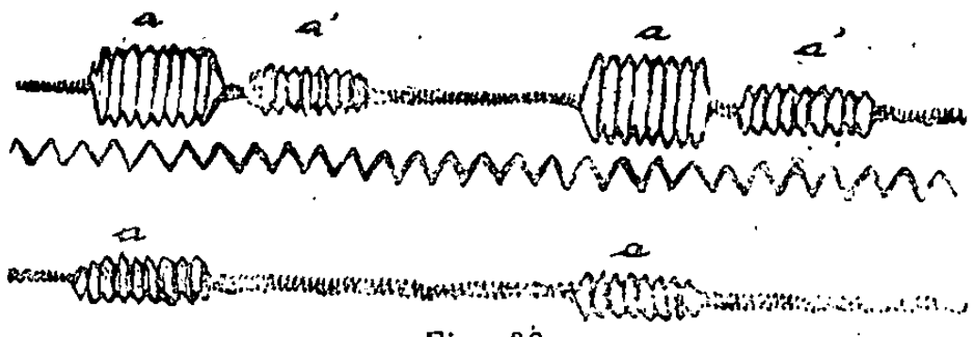


Fig. 38

par le premier et le deuxième récepteurs. Le milieu est dû à un mouvement vibratoire de fréquence 50 destiné à la mesure du temps. Pour des mesures précises, il serait indispensable d'employer une fréquence plus élevée. Les mesures faites sur la courbe supérieure montrent que le signal auxiliaire est décalé en arrière du signal principal

d'environ 0,096 seconde, d'où il résulte que le chemin qu'il suit est de 28.382 km. plus long que celui suivi par l'autre. La partie inférieure de la fig. 39 est aussi intéressante en ce sens que l'on n'y voit pas trace du signal auxiliaire. Ceci est dû probablement à la disposition défavorable, au moment de l'enregistrement, de l'antenne de Hertz par rapport au plan de polarisation de l'onde ou

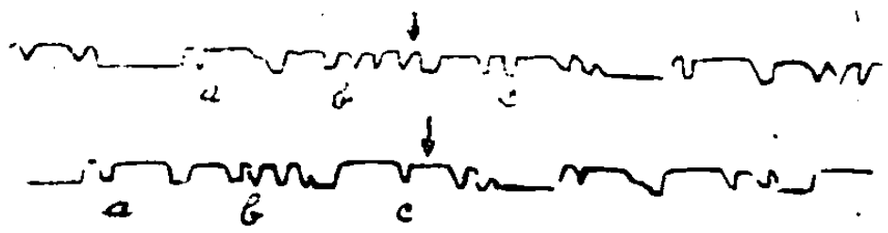


Fig.39

encore à un phénomène d'évanouissement. Dans des observations similaires antérieures, avec moins d'évanouissement, aucune différence n'avait été notée entre les deux antennes.

La fig. 40 représente un enregistrement oscillographique de signaux émis par AGA (15 mètres, 8 kw.). On y note la présence du signal auxiliaire a' en retard de 0,135 seconde sur le signal principal *a*. En admettant une vitesse de propagation de 299.800 km. sec., ce retard correspond à un trajet de 41.500 km. Une détermination plus précise donna 41.200 km., quantité supérieure à la circonférence

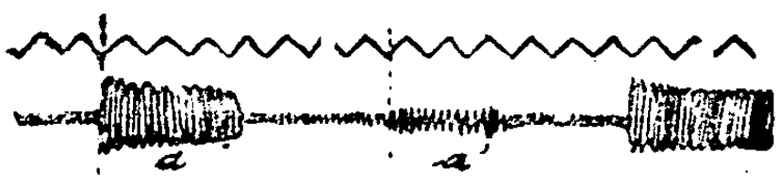


Fig. 40

terrestre. Si l'on suppose que ce chemin correspond à une circonférence concentrique à cette dernière, il résulte que l'onde s'est propagée dans une couche située à 182 km. au-dessus de la surface de la terre.

Disons pour terminer que ces signaux auxiliaires n'ont été observés qu'avec de très courtes longueurs d'onde (15-22 m.). Pour les ondes plus longues, on ne les a pas enregistrées très probablement à cause de leur faiblesse; il faudrait sans doute augmenter la sensibilité des récepteurs.

P. Abadie.

Biologie

La production expérimentale des mutations. — On avait admis jusqu'à présent que les nombreuses mutations observées par T. H. Morgan et ses collaborateurs chez *Drosophila melanogaster* se produisaient spontanément, ou, tout au moins, l'on n'avait pu mettre en évidence aucune relation entre leur apparition et une modification quelconque du milieu extérieur. Or, un collaborateur de Morgan, H. J. Muller, vient d'annoncer tout récemment, dans une note préliminaire (1) et dans une communication faite au Congrès de Génétique à Berlin, que l'action des rayons X, dans certaines conditions, sur les cellules sexuelles de la Drosophile, provoquait, en quelque sorte, une augmentation considérable de la vitesse normale de production des mutations.

On savait déjà que les phénomènes complexes de l'hérédité mendelienne pouvaient être, dans une certaine mesure, influencés par les agents externes, que, notamment, la proportion des cas de « *crossing-over* » ou de « *non-disjonction* » dans certains croisements pouvait être modifiée par l'action des rayons X ou l'action de températures élevées. Mais, dans les expériences de Muller, il s'agit cette fois de véritables modifications du patrimoine génétique, induites par l'irradiation.

En agissant par exemple sur les spermatozoïdes mûrs, Muller a obtenu, en un temps très court, plusieurs centaines de mutations différentes, dont plus de 100 ont pu être suivies pendant 3 ou 4 générations et se sont comportées dans les croisements conformément aux règles de l'hérédité mendélienne.

Beaucoup des mutations observées sont « *sex-linked* », mais tout porte à croire que cette particularité tient uniquement à la méthode d'observation, et que les autosomes peuvent être affectés par le phénomène au même degré que les chromosomes sexuels. Les évaluations de Muller l'amènent à considérer que la presque totalité des cellules sexuelles des individus irradiés ont subi des altérations de leur patrimoine génétique, portant sur l'un ou l'autre chromosome.

Les mutations ainsi produites expérimentalement sont en très grand nombre des mutations récessives léthales. Beaucoup aussi confèrent la stérilité à un individu hétérozygote. Certaines sont dominantes léthales, — notion nouvelle dans le domaine de la génétique, — et leur existence explique, au moins en partie, la stérilité partielle des mâles irradiés. Cependant, un certain nombre des mutations obtenues reproduisent des mutations déjà observées dans les conditions naturelles (yeux blancs, ailes miniatures, etc.), ou sont très analogues à des mutations naturelles connues. Il semble donc bien que l'effet produit par les rayons X soit une simple accélération du phénomène de mutation spontanée. L'action des rayons X ne serait d'ailleurs pas spécifique, et des effets analogues, bien qu'incomparablement moins marqués, pourraient être produits par l'action de la température.

Ces expériences de Muller, dont les résultats détaillés ne sont pas encore publiés, sont évidemment de la plus haute importance, non seulement au point de vue de la génétique pure, mais également au point de vue des problèmes généraux de l'Evolution, et elles sont certainement appelées de ce fait à un grand retentissement.

M. Abeloos.

Histoire des sciences

Une anticipation de la théorie électronique, par Réaumur. — Il y a environ un an (1), je signalais aux lecteurs de la *Revue*, la publication, par les soins de M. W. M. Wheeler, d'un remarquable mémoire resté inédit de Réaumur sur les Fourmis et j'exprimais le désir que l'on examinât si, parmi les papiers légués par Réaumur à l'Académie des Sciences, d'autres fragments ne mériteraient pas d'être également publiés. Ce desideratum va se trouver prochainement réalisé. Mon attention ayant été ramenée à cette occasion sur Réaumur, j'ai relu tout récemment les intéressantes préfaces qu'il a mises aux six volumes de son *Histoire des Insectes* et d'où se dégage, avec tant de relief, la haute valeur de cet esprit, le remarquable sens qu'il avait de l'observation, de la méthode expérimentale et de la valeur de la preuve, toutes qualités qui en font, aujourd'hui encore, une figure vraiment moderne.

Je suis tombé, au cours de ces lectures, sur un passage extrêmement curieux, qui me semble une sorte d'antici-

(1) *Science*, vol. 66 1927, p. 84-87.

(1) *Revue Scientifique*, 12 février 1927, p. 65-70

pation, d'intuition à la fois saine et précise, par une intelligence supérieure, de problèmes que l'avenir devait poser et dont se dégage prématurément une expression remarquablement nette, en quelque sorte prophétique. Je crois donc intéressant de mettre ces quelques lignes de Réaumur sous les yeux du lecteur de 1928. Elles viennent, dans la préface du tome II, publié en 1736, au cours de la discussion très savoureuse, faite par Réaumur, des critiques que lui avaient adressées les rédacteurs du *Journal de Trévoux*, au sujet de la génération spontanée (1) et il formule à l'égard de celle-ci, des conclusions d'une remarquable netteté. Cela l'amène à justifier l'intérêt de l'Histoire naturelle, égal, d'après lui, à celui de sciences telles que l'Astronomie, la première posant même, dit-il, des problèmes infiniment plus complexes que la seconde : ainsi les mouvements multiples dont est le siège le corps des animaux inférieurs, — des *Insectes*, comme on disait alors, — sont beaucoup moins simples que ceux des astres et il précise sa pensée par la comparaison suivante (2) :

« *S'il eût plu à celui à qui les prodiges ne coûtent rien, que l'on trouvât, soit sur la surface de la terre, soit dans la terre, des millions de petites boules creuses de cristal, dans la cavité desquelles on découvrit, avec d'excellents microscopes, de petits corps qui se mouvraient continuellement autour d'un centre lumineux, comme les planètes se meuvent autour du soleil, des espèces d'atomes dont les mouvements imitassent ceux des planètes; ces petits globes paraîtraient d'abord d'admirables machines, ce serait une recherche digne d'un physicien de connaître le temps des révolutions de ces grains d'une prodigieuse petitesse, qui y seraient ce que les planètes sont dans le grand tourbillon. Mais, quand on se serait une fois familiarisé avec ces petits globes, parce qu'on en aurait trouvé partout sous ses pas; quand on viendrait à comparer ce qu'ils ont de merveilleux avec le merveilleux des machines animales de pareil ou de plus petit volume, avec les Insectes, ce seraient les machines animales qui se saisiraient de presque toute notre admiration. Ce que les petites sphères nous offriraient de plus frappant, ce seraient les différents mouvements périodiques de six ou sept globules autour d'un centre. Combien de mouvements plus admirables et plus variés ne découvrons-nous pas dans le corps des plus petits insectes...*

N'est-il pas remarquable de voir ainsi formuler, dans la première moitié du XVIIIe siècle, les termes d'un problème qui est le centre de la physique contemporaine ? Il ne s'agit, naturellement, en aucune façon de prétendre que Réaumur soit le fondateur de la physique de l'électron. Il n'y a là pas plus qu'une image surgie inopinément dans son cerveau. Mais la représentation qu'il s'est faite d'une possibilité de structure de la matière et des problèmes auxquels elle conduirait si l'on se reporte à l'état des connaissances de son temps, est, me semble-t-il, tout au moins extrêmement curieuse.

J'ajoute que les termes de la comparaison qu'il fait restent justes dans la science contemporaine. Quelque merveilleuses que soient les acquisitions récentes de la physique, en ce qui regarde les atomes et la structure de la matière, si même l'atome n'avait plus de secret pour nous, il resterait encore des problèmes d'une complication infiniment plus grande et pour le moment entièrement mystérieux, à savoir la structure de la matière vivante et les liens entre cette structure et les propriétés qui caractérisent la vie. De sorte qu'en 1928, comme en 1737, l'intérêt de la Biologie n'apparaît nullement inférieur à celui de l'Astronomie et de la Physique.

MAURICE CAULLERY,
Professeur à la Sorbonne.

(1) Réaumur avait dans le tome I, montré la faiblesse (il dira dans la préface du tome III la puérilité et l'absurdité) des opinions d'un jésuite de XVIIe siècle, le père Kirscher sur cette question. Les Jésuites, rédacteurs du *Journal de Trévoux*, tout en étant obligés de reconnaître au fond la justesse des vues de Réaumur, avaient essayé, en le couvrant de fleurs, de lui trouver, à leur tour, matière à critiques, d'ailleurs de peu de portée, mais que Réaumur ne voulut pas laisser passer.

(2) RÉAUMUR. *Histoire des Insectes*, t. II, 1736; préface, p. XXXI-XXXII.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Agriculture

Station d'essais de semences. — Déjà cité dans un numéro précédent (22 octobre 1927) cet établissement créé en 1884 par le Ministère de l'Agriculture n'est pas seulement un organisme scientifique facilitant les travaux personnels de ses dirigeants; il répond à un besoin spécial trop peu connu : le contrôle des semences. C'est, du moins, la tâche principale, en vue de laquelle il a été modestement installé et outillé, suffisamment néanmoins pour avoir déjà rendu les services les plus effectifs.

Le fait seul de sa création a été un service rendu à l'agriculture exploitée à l'excès jusque-là, par un monde interlope de fournisseurs sans scrupule. La menace de son intervention contribua promptement à moraliser quelque peu ce commerce spécial. Les fournisseurs honnêtes, d'ailleurs, se félicitèrent du secours que leur apportait la nouvelle institution. Certains d'entre eux, les plus puissants, avaient déjà organisé chez eux un contrôle sévère par des méthodes rationnelles et scientifiques auxquelles on eut bien peu de choses à ajouter; mais les maisons non moins consciencieuses, mais moins bien outillées, n'hésitèrent pas à utiliser le concours de la station d'essais se soumettant volontiers à son contrôle, dans l'intérêt même de leurs affaires.

Les agriculteurs pourtant si intéressés à la question du bon choix et de la sécurité des semences ne vinrent que lentement à la Station. L'intérêt évident de contrôler les semences confiées à la terre, aussi incontestable que celui de vérifier la composition des engrais chimiques, ne suffit pas toujours à décider le cultivateur à prendre le peu de peine qu'exige l'envoi postal d'un échantillon et à s'imposer une dépense minime de quelques francs susceptible de lui épargner bien des déceptions, lui permettant de savoir *avant* ce qu'il apprendra après c'est-à-dire trop tard. Cette négligence de chacun est condamnable; mais que dire de l'inertie trop longtemps persistante des syndicats négligeant ainsi leur premier devoir de contrôle et de commune protection. Que de temps perdu dans cette direction !

Si la Station d'essais de semences n'a pas eu tout à innover il lui a fallu se développer avec des moyens restreints. Son créateur, M. Schribaux, qui en quittant l'Institut Agronomique utilisa sa bourse de voyage (1881 à 1883)

à achever sa formation dans quelques Instituts allemands et comme assistant libre au célèbre Laboratoire de recherches de Tharandt (Saxe), dirige encore l'établissement secondé par M. Léon Bussard, son adjoint.

Que représente au juste le contrôle des semences? Il convient de préciser.

Le premier objet est de vérifier l'*identité*, c'est-à-dire l'espèce botanique. En effet, parfois le commerce livre, au lieu d'Avoine jaunâtre, de la Canche, au lieu de la Flouve odorante, de la Flouve de Fuel; au lieu de Paturin des près, du Paturin comprimé, etc. Si, dans la plupart des cas, l'œil exercé du personnel qualifié suffit, il est des cas où le microscope s'impose, comme pour les Crucifères, dont plusieurs espèces ne peuvent être reconnues que grâce à l'examen des tests.

La constatation de la *variété* est beaucoup plus difficile, quelquefois même impossible. Ce n'est souvent que par des moyens détournés qu'on y arrive. Les graines de Betterave à salade, de Betteraves fourragères ou sucrières, celles mêmes de la Poirée sont identiques. Mais les germes émis par les Betteraves présentent une coloration rappelant assez visiblement celle de la racine, rouge, jaune, blanche ou rosée. Par ailleurs, le Sainfoin à une coupe est reconnaissable à la présence de graines de Pimprenelle. L'existence de grains de Seigle, de Blé, d'Avoine grise indique une Vesce d'hiver, celle d'Avoine blanche une Vesce de printemps.

La *provenance* régionale des semences, souvent importante est signalée par la présence de graines d'espèces spontanées qui révèlent l'origine.

La *pureté* doit être examinée assez strictement et préciser autant que possible non seulement la quantité, mais la nature des impuretés. On conçoit l'importance de savoir si la part d'impuretés est représentée par des matières inertes, peu nuisibles ou par des plantes nuisibles.

Le *degré de siccité* des semences doit aussi être signalé puisque, par exemple, pour les graines de Betteraves sucrières, il est établi qu'elles ne sont reçues sans restriction que si elles donnent moins de 15 o/o d'eau. Au-delà de 17 o/o la graine n'est plus considérée comme marchande.

La *faculté germinative* s'exprime par le nombre pour cent de graines germées au bout du temps limite correspondant à l'espèce envisagée: mais il est non moins utile de considérer l'*énergie germinative* qui se mesure au nombre de graines germées vers le milieu de l'essai.

Outre les demandes qui sont faites par les agriculteurs et les marchands-grainiers, la Station est souvent consultée pour des échantillons qui lui sont adressés par le Service des douanes et par celui de la répression des fraudes. Elle constitue le Laboratoire central et officiel de ces services.

Le tout fonctionne à l'étroit dans les modestes bâtiments du n° 4 de la rue Platon (XV^{e}) avec le secours d'un champ d'expériences de l'Institut agronomique situé sur la ligne de Grande-Ceinture à Noisy-le-Roi. L. H.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 27 décembre 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *M. Gevret.* — **Conditions aux limites comportant des dérivées tangentielles.**

— *J. Drach.* — **Détermination des éléments linéaires de Liouville pour lesquels l'équation des lignes géodésiques admet au moins deux intégrales rationnelles ou la dérivée première.**

— *L. Pomey* (prés. par M. Lecornu). — **Sur les équations différentielles et intégrales non linéaires.**

— *W. Gontcharoff* (prés. par M. Hadamard) — **Sur la détermination des fonctions par les zéros de leurs dérivées.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *F. Vasilesco* (prés. par M. Hadamard). — **Sur le problème de Dirichlet.**

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Cetajev* (transm. par M. Appell). — **Sur les équations de Poincaré.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *W. Margoulis* (prés. par M. d'Ocagne). — **Sur l'application de la nomographie à l'étude des turbo-machines à hélices.**

HYDRODYNAMIQUE. — *E. Merlin* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur la distribution des vitesses et des densités dans un fluide hétérogène en rotation.**

— *C. Camichel, P. Dupin* et *M. Teissié-Solier.* — **Sur l'application de la loi de similitude aux périodes de formation des tourbillons alternés de Bénard-Karman.**

AÉRODYNAMIQUE. — *M. Girault* (prés. par M. Rateau). **Construction géométrique de profils d'ailes par représentation conforme d'un cercle.**

ASTRONOMIE. — *B. Berloty.* — **Observations faites à l'Observatoire de Ksara du passage de Mercure sur le Soleil le 10 novembre 1927.**

Les observations faites par M. Berloty et Combier présentent quelques divergences que l'auteur pense pouvoir être expliquées par l'agitation des images. Elles tentent, en outre, à confirmer certaines remarques faites par Wolf et André, au sujet du passage de Mercure, le 4 novembre 1868.

ONDES HERTZIENNES. — *F. Bedeau* et *J. de Mare* (transm. par M. G. Ferrié). — **Sifflement continu produit par un quartz piézo-électrique émettant simultanément deux oscillations de haute fréquence.**

Les auteurs ont modifié le montage de Hund pour exciter un quartz pierzo-électrique. Celui qu'ils indiquent permet d'émettre, avec un seul quartz à taille normale, une onde entretenue modulée. Ce nouveau montage diffère donc de trois montages de Hund qui utilisait, en effet, soit deux oscillateurs à quartz, soit un oscillateur comprenant deux quartz, soit enfin un oscillateur comprenant un seul quartz ayant une épaisseur constante sur la moitié de la longueur, l'épaisseur étant encore constante, mais plus faible sur l'autre moitié.

PHYSIQUE. — *T. Peczolski* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Dispersion des métaux dans les sels solides sous l'action du courant électrique.**

Une baguette du métal (Cu) en expérience est introduite dans un tube de fer contenant le sel (KCl). Une extrémité de la baguette sort du tube et celui-ci est mis dans un four électrique où la température est maintenue au-dessous du point de fusion du sel. Lorsque la température voulue est atteinte on réunit le tube et la baguette aux pôles du secteur électrique de 220 volts; dans le circuit est mise une lampe de 500 ohms de résistance environ. Les résultats obtenus montrent notamment que la conductibilité du sel d'abord très faible, augmente, après une heure du passage du courant, plus de 1.000 fois : l'augmentation est plus rapide que lorsque le cuivre est réuni au pôle positif. Si celui-ci est réuni à la baguette, le cuivre se dissout dans le sel, mais s'il est réuni au tube de fer, le courant transporte le fer dans le sel.

ACOUSTIQUE. — *Th. Vautier.* — **Accroissement de l'intensité et de la durée d'extinction du son.**

Dans une Note précédente (*C. R.*, 183, 1926, p. 953). L'auteur avait indiqué ses observations faites sur le son d'un instrument à archet, lorsqu'il est émis dans une cuve

cylindrique en ciment armé de 50 m³. Dans cette nouvelle Note, il donne les résultats obtenus dans des gazomètres de 5.000 et 2.500 m³, les sources sonores étant divers instruments de musique et des armes à feu.

OPTIQUE. — *E. Esclangon* (prés. par M. Deslandres). — **Sur la dyssimétrie optique de l'espace et les lois de la reflexion.**

L'auteur décrit le dispositif qu'il a réalisé pour ses observations faites à l'aide d'une lunette astronomique. Chaque séance d'observation comprenait 25 à 29 séries alternatives et ininterrompues d'observations dans les positions nord-ouest et nord-est. On a constaté une différence systématique entre ces deux systèmes de lectures, différnce qui dépend uniquement de l'heure sidérale moyenne de la séance d'observation, c'est-à-dire l'orientation de la sphère céleste étoilée par rapport ou système instrumental.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Ch. Moureu* et *Ch. Dufraisse.* — **Autoxydation et action antioxygène: sur la théorie de l'action antioxygène.**

Au sujet d'observations faites par M. Francis Perrin relativement à la partie énergétique de la théorie de la catalyse négative d'autoxydation, émise par MM. Moureu et Dufraisse, ceux-ci apportent de nouvelles explications qui les amènent à conclure que quelle que puisse être l'évolution future des idées sur la catalyse, il n'est pas possible d'écarter leurs conceptions de prime abord au nom des principes de la thermodynamique,du moment qu'intervient dans le raisonnement une définition de catalyseur qui doit être considérée comme n'ayant pas encore sa forme définitive.

La théorie de l'activation par chaîne par Christiansen et par Francis Perrin, permet de s'accommoder de l'ancienne définition du catalyseur. Cet avantage, d'après les considérations, indiquées dans la Note, ne saurait constituer, à lui seul, une raison décisive d'adopter *à priori* ladite théorie. Très utile pour expliquer certaines réactions photochimiques, elle paraît se heurter à des difficultés quand il s'agit d'interpréter les phénomènes d'autoxydation en dehors de l'action de la lumière. On doit donc attendre l'épreuve d'expériences actuellement en cours.

CHIMIE PHYSIQUE. — *A. Le Thomas* (prés. par M. Léon Guillet). — **L'hérédité des fontes.**

Les qualités d'une fonte ne dépendent pas seulement de sa composition,mais tiennent aussi à sa structure. L'auteur, pense que « l'hérédité structurale d'une fonte est due à ce que les lamelles de graphite restent en surfusion pendant le court instant où l'alliage est porté à l'état liquide lors des fusions ultérieures, en raison même de la rapidité du passage à haute température. Il a cherché à prouver sa théorie expérimentalement et donne dans cette Note le résultat de se observations; s'il n'a pas atteint le but cherché, il a toutefois mis en évidence certains phénomènes particulièrement intéressants. Il va reprendre cette étude sur de nouvelles bases.

CHIMIE ORGANIQUE. — *V. Grignard* et *G. Mingasson.* — **Sur le mécanisme de l'hydrogénation catalytique des phénols.**

L'hydrogénation catalytique des phénols se poursuit, suivant ce que permettait de prévoir la formule de Kékulé. Tout se passe comme si les deux doubles liaisons non contiguës à l'hydroxyde étaient d'abord hydrogénées pour donner l'énol de la cyclohexane corespondante. Celui-ci se tautomérise quand on l'isole sans précautions spéciales, mais fixe directement H^2 pour donner le cyclohexanol correspondant quand on prolonge l'hydrogénation. Cependant quand on hydrogène à une température plus élevée que la température critique de dissociation de cyclohexanol, on peut obtenir de la cyclohexanone par dédoublement secondaire.

— *A. Mailhe* et *Renaudie* (prés. par M. C. Matignon). — **Transformation d'alcools en essence de pétrole.**

Les auteurs sont partis de l'alcool butylique normal dont ils font passer les vapeurs sur de l'oxyde uraneux entre 420 et 440°. Leurs expériences les ont conduit à constater la présence simultanée de carbures saturés et non saturés dans les hydrocarbures formés, qui constituent une véritable essence de craking. Les alcools propyliques et éthyliques fournissent des carbures de même valeur.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *Pierre Termier.* — **Que l'ensemble tectonique Vanoise-Mont Pourri, dans les Alpes de Savoie, n'est pas séparable de la nappe du Briançonnais.**

L'hypothèse a d'abord été émise que l'ensemble Mont Pourri — Aiguille du Midi auquel se rattache plus au Sud la Vanoise, serait une nappe distincte de la nappe briançonnaise, plus haute et formée de terrains plus métamorphiques. L'auteur montre dans cette Note que la réalité est très différente. L'avancée de la nappe des Schistes Lustrés s'est produite sur la nappe briançonnaise déjà en partie plissée.

— *Paul Combes.* — **Le chronomètre stratigraphique de Saint-Nazaire-Penhoët et l'âge de Glozel.**

Si l'on considère le *chronomètre* de Kerviler comme étant exact, il est permis de penser qu'entre le début et la fin du Néolithique et du Néolithique à nos jours, un temps plus court que ne le supposaient les préhistoriens s'est écoulé.Cela expliquerait, dans une certaine mesure, l'apparence de civilisation avancée du peuple de Glozel que M. Depéret daté du début du Néolithique.

BOTANIQUE. — *R. Maire* et *L. Emberger.* — **Vue d'ensemble de nos connaissances phytogéographiques du Maroc: Les étages climatiques de végétation.**

Les auteurs distinguent six étages différents : l'étage saharien (Dattier), l'étage steppique, l'étage méditerranéen-atlantique qui est très développé, surtout au Maroc occidental septentrional (*Callitris*, *Juniperus phœnicea*, *Pinus halepensis*, etc.), l'étage méditerranéen-montagnard (*Quercus lusitanica*), *Pinus Pinaster*), l'étage subalpin (*Cedrus* ou *Juniperus thurifera*). Les hauts sommets sont occupés par un étage alpin typique, caractérisé par une végétation alpine très nette différant suivant la nature du sol.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Joseph Devaux* (prés. par M. Brillouin). — **Sur la formation des glaciers par fusion diurne et regel nocturne des névés.**

Le névé peut, dans certaines circonstances, se transformer rapidement en glace, par suite de fusion et de regel, suivant un mécanisme bien déterminé. Ce phénomène de fusion et de regel joue le principal rôle dans la formation du glacier de la Brèche de Roland et du glacier Est du Taillon. Il doit également avoir un rôle fondamental dans la formation des petits glaciers pyrénéens, qui sont parfois plus ou moins intermittents.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *H. Colin* et *Ch. Neyron de Méons* (prés. par M. L. Guignard). — **Sur l'inuline d'Asphodèle.**

L'inuline d'Asphodèle, ou encore inuline soluble, est une lévulosane assez spéciale, dont les caractères essentiels sont bien différents, pour la plupart, de ceux de l'inuline des Composées. Il s'agit d'un glucide à petite molécule, dialysant très facilement et abaissant le point de congélation dans la même mesure que le sucre de canne. En été, après la période de végétation active, les tubercules renferment 10 pour 100 environ de lévulosane et le minimum

de saccharose et de sucre réducteur. Les feuilles ne renferment pas de lévulosane.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Pierre Lesoge* (prés. par M. L. Guignard). — **Influence de la chaleur sur l'énergie potentielle des plantes.**

Au début de la période végétative, la vitesse de croissance est plus grande dans les plantes précoces que dans les plantes normales; mais, plus tard, elle devient plus petite et le rendement final est plus faible.

L'hérédité du caractère précocité se conserve jusqu'à la 6e génération de vie en plein air après la vie sous châssis. L'apparition des boutons se fait de plus en plus tôt, sur des tiges de plus en plus courtes, quand la température augmente.

Pour le *Lepidium sativum*, le semis du 15 février est celui qui réussirait le mieux.

ENTOMOLOGIE APPLIQUÉE. — *Georges F. Jaubert* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Destruction de la fausse teigne (*Galleria mellonella*) au moyen de la chloropicrine.**

C'est avec une solution contenant 1 vol. de chloropicrine et 9 vol. de tétrachlorure de carbone, que l'auteur a fait ses essais. Les œufs, les larves et les papillons de la fausse teigne sont tués d'une manière certaine au bout de très peu de temps.

En ce qui concerne les larves et les papillons, la chloropicrine pure suffit.

Au sujet de cette Note, M. Gabriel Bertrand fait observer qu'il obtient d'ordinaire la destruction des œufs d'insectes (punaises, poux, puces, anobium, etc.) par la vapeur seule de chloropicrine.

PHYSIOLOGIE. — *H. Lassalle* (prés. par M. d'Arsonval). — **Evaluation de l'excitabilité neuro-musculaire. Discussion théorique.**

La propriété abstraite que l'on désigne par excitabilité ne saurait être objectivée autrement que par la considération de la grandeur de l'excitant. Il est logique de convenir que l'excitabilité est d'autant plus grande que l'énergie nécessaire pour obtenir une réaction minimale est plus petite. L'auteur établit l'indice qui lui paraît constituer en l'état actuel de nos connaissances, le meilleur test pour apprécier les variations quantitatives de l'excitabilité relative, sous la condition que la résistance de l'organe demeure fixe au cours des déterminations successives.

— *Charles Kayser* et *Albert Ginglinger* (prés. par M. Roux). **Variations systématiques et signification du quotient respiratoire en fonction de la température chez les animaux.**

Chez les poïkilothermes, chez les homéothermes imparfaits ou parfaits, la valeur du quotient respiratoire est fonction de la température et augmente avec elle. Ce phénomène est indépendant de la grandeur des échanges dont les variations avec la température sont de sens opposés chez les homéothermes et les poïkilothermes.

PHARMACODYNAMIE. — *H. Simonnet* et *G. Tanret* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sur les propriétés hypoglycémiantes du sulfate de galégine.**

Aux faibles doses, très voisines de 4 mg. par kilogramme, le sulfate de galégine est capable d'amener chez le Chien et chez l'Homme sain un certain abaissement de la glycémie, qui, dans les expériences, a plusieurs fois atteint et dépassé 20 pour 100; il en fut de même pour la glycosurie du Chien dépancréaté.

RADIOLOGIE. — *Jean Saidman* (transm. par M. M. de Broglie). — **Sur les propriétés biologiques des rayons X de 8 Angstrom.**

Les rayons de 8 Angström sont absorbés par les couches superficielles de l'épiderme et ne peuvent pas atteindre pratiquement la zone vasculaire dont les altérations provoquent la radiodermite. De même ils n'atteignent pas en quantité appréciable la racine des poils, ce qui exclut tout effet épilatoire (contrairement aux rayons de Bucky qui ont provoqué dans certains cas des épilations).

Les résultats déjà obtenus prouvent que ces rayons ont une activité thérapeutique considérable dans certains cas et méritent introduits en médecine.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Marcel Duval* (prés. par M. C. Matignon). — **Sur la concentration moléculaire du sang de l'Escargot. Influence de l'état d'activité de l'animal.**

Il y a un rapport très étroit entre l'activité de l'*Helix pomatia* et la concentration moléculaire de son sang. Chez les Escargots d'été, la concentration correspondant à $\Delta = -0°40$ est très importante à considérer. Toute cause hydratante qui amène la concentration du sang au-dessous de cette valeur rend actif l'animal qui était inerte. Inversement, toute cause déshydratante qui augmente la concentration au-dessus de cette valeur rend inerte l'animal qui était actif.

HISTOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Y. Manouélian* et *J. Viala* (prés. par M. Roux). — **Cellules nerveuses et virulence des glandes salivaires.**

La virulence de la bave s'explique par l'existence de certains filets nerveux, de neurones, de ganglions nerveux dans les glandes salivaires et dans le voisinage immédiat de la cavité buccale, dans toute l'étendue des muqueuses des parois de la bouche et de la langue. Ces neurones, ces ganglions sont de vrais centres nerveux périphériques analogues aux ganglions sympathiques dont la grande virulence est prouvée par les expériences des auteurs.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Georges Blanc* et *J. Comminopetros* (prés. par M. Roux). — **Recherches expérimentales sur la vaccination antidysentérique chez l'homme.**

Les auteurs concluent de leurs expériences que la vaccination antidysentérique par injection de bacilles vivants est inoffensive et efficace. Inoffensive pour le sujet vacciné et inoffensive pour la collectivité, car ces vaccinés ne deviennnent pas des porteurs de germes. Efficace puisque aucun des vaccinés n'a réagi à l'inoculation d'épreuve, malgré sa sévérité, alors que les non-vaccinés, ou les sujets vaccinés avec des microbes tués, se sont infectés en presque totalité.

— *Burnet* (prés. par M. Roux). — **Impossibilité de vacciner la chèvre contre le *M. melitensis* par des doses énormes de vaccin.**

Même avec des doses énormes de vaccin, la chèvre n'est pas vaccinée. Vis-à-vis du *melitensis*, elle n'est pas susceptible de *vaccination*, mais seulement de ce qu'on a appelé *prémunition*. Cette conclusion ne s'applique pas à l'homme, lequel peut être vacciné prématurément.

P. GUÉRIN.

Séance du 3 janvier 1928.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *V. Smirnoff* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les polynomes orthogonaux à une variable complexe.**

— *F. Vasilesco* (prés. par M. Hadamard). — **Sur quelques points de la théorie des fonctions harmoniques.**

— *G. Valiron* (prés. par M. E. Borel). — **Un théorème général sur les fonctions méromorphes d'ordre positif.**

ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE. — *R. Darbord* (prés. par M. Paul Janet). — **Sur la puissance réactive.**

MÉCANIQUE. — *L. Escande* (prés. par M. Rateau). — **Sur la technique des modèles réduits de barrages déversoirs.**

Les résultats exposés dans une Note antérieure (*C. R.* 180, 1925, p. 99) et relatifs à la comparaison de deux modèles réduits d'un même barrage, dont le rapport de similitude était de 6,18 s'étaient trouvés limités au mode d'installation dont on disposait alors. Une nouvelle organisation a permis de reprendre de nouvelles recherches d'où se dégagent deux points particuliers : 1° le débit indiqué par un modèle est inférieur au débit réel; l'erreur d'extrapolation est donc dans le sens de la sécurité; 2° la divergence augmente, lorsque l'échelle du modèle diminue, suivant une loi régulière; la précision du résultat exige donc l'emploi de modèles assez grands. L'auteur a observé, en outre, l'existence sur la partie supérieure du parement aval du barrage, d'une zone de tourbillons séparée de la lame déversante par une surface de discontinuité de la vitesse, l'épaisseur de cette zone augmentant avec la charge sur le seuil.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *L. Hirschauer* et *A. Talon* (prés. par M. L. Lecornu). — **La formule ferroviaire des transports extra-légers et ultra-rapides à grand rendement.**

La voie aérienne ultra-rapide, spécialisée aux transports extra-légers, ne saurait concurrencer l'avion sur de très longs parcours. Elle se justifierait par contre, pleinement dans les pays où existent de très forts courants commerciaux, comme il s'en trouve, notamment, en Europe occidentale et, plus particulièrement en France où elle constituerait, par son rôle intermédiaire entre les liaisons télégraphiques et téléphoniques, rapides mais succinctes, et les relations postales, beaucoup trop lentes, un instrument de développement économique de tout premier ordre.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Geloso* et *L. S. Lévy* (prés. par M. J. Perrin). — **Recherches sur l'adsorption élective.**

Dans l'adsorption simultanée de deux substances envisagées, la loi de répartition de l'une d'entre elles, considérée isolément, entre les phases solides et liquides n'est pas modifiée par la présence de l'autre; seule varie la valeur absolue de son adsorption.

CHIMIE ORGANIQUE. — *A. Wahl* et *J. Rolland* (prés. par M. C. Matignon). — **Sur les éthers chlorobenzoylacétiques.**

La formation des éthers $\alpha.\beta$ dicétoniques, en partant des chlorobenzoylacétates de méthyle soumis à l'action des vapeurs nitreuses au sein d'un mélange d'anhydride acétique et d'éther anhydre, réussit bien lorsque R est un radical aliphatique et aussi lorsqu'il est constitué par le noyau benzénique. Mais cette formation est plus délicate lorsqu'il s'agit des dérivés chlorés de l'éther benzoylacétiques. Toutefois les auteurs ont pu la mettre en évidence en caractérisant ces éthers $\alpha.\beta$ dicétoniques par quelques-uns de leurs dérivés.

— *Ramart-Lucas* et *F. Salmon-Legagneur* (prés. par M. A. Desgrez). — **Transposition intramoléculaire par action photochimique.**

Certaines transpositions intramoléculaires peuvent être produites par la seule action de la lumière sans qu'il se manifeste de dissociation préalable. Une telle transposition s'effectuerait par simple migration d'électrons à l'intérieur d'un système matériel qui reste à chaque instant une molécule unique.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *M. Gignoux* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur un gisement de végétaux triasiques près de Saint-Jean-de-Maurienne (Savoie).**

Il a pu être reconnu nettement ,dans un fragment d'argilite grise, des empreintes d'*Equisetites arenaceus* Jaeger, du Trias. Ainsi, le prétendu complexe houiller du Charvin doit être rapporté indubitablement au Trias. Ces *Equisetites* du Trias de Saint-Jean-de-Maurienne définissent le deuxième gisement connu de fossiles triasiques déterminables dans la zone externe des Alpes françaises, le premier correspondant aux calcaires dolomitiques à *Myophoria Goldfussi* découverts en 1925 par M. P. Termier.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Albert Morel* et *Léon Velluz* prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Contribution à l'étude de la synthèse biochimique des glycérides. Sur la réversibilité de l'action diastasique du cytoplasme de la graine de ricin.**

Les expériences mentionnées dans cette Note montrent, que c'est au cytoplasme qu'il faut rapporter toute l'activité synthétisante de la graine de ricin, tandis que la complexité du ferment de Tanaka, qui n'a pas subi les purification de la « lipaséidine » de Nicloux, ne permettait pas, en toute rigueur, d'attribuer au même substratum les deux activités diastasiques opposées. Ainsi donc, on trouve localisée dans le cytoplasme, à côté de l'activité hydrolysante signalée par Nicloux, l'activité synthétisante observée par Armstrong et Grosney dans un produit plus complexe.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Constant Mathis* (prés. par M. F. Mesnil). — **Identité du Spirochète de la Musaraigne et du Spirochète humain dakarois.**

Ni l'observation, ni l'expérimentation ne permettent de séparer le Spirochète de la Musaraigne du Spirochète récurrent humain dakarois; l'auteur se croit donc autorisé à conclure à leur identité.

P. Guérin.

Séance du 9 janvier 1928.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *J. Wolff* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les séries** $\Sigma_z \frac{A_k}{\alpha_k}$

— *P. Bessonoff* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les fonctions méromorphes presque périodiques définies dans tout le plan.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *B. Hostinsky* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les probabilités relatives aux transformations répétées.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *P. Fatou* (prés. par M. Goursat). — **Sur le mouvement du périhélie des planètes.**

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *J. S. Townsend.* — **Théorie des courants de haute fréquence dans les gaz.**

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *L. Décombe* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Les pellicules sphériques électrisées et la structure fine des raies spectrales.**

OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE. — *M. Dufour* (transm. par M. P. Weiss). — **Réfraction d'un pinceau lumineux parallèle normal à une lentille cylindrique.**

ASTRONOMIE. — *Wright* (prés. par M. Deslandres). — **Photographie de Jupiter, obtenue à l'Observatoire Lick (Californie).**

Dans une première série d'épreuves, la lumière a traversé un écran qui laisse passer seulement la lumière ultraviolette aux environs de λ 3700; dans une seconde série, l'écran était transparent seulement pour les rayons voisins de λ 7.600 dans l'extrême rouge. Les images des

deux séries présentent de grandes différences : celle de l'extrême rouge, en particulier offre de nombreux détails et représente certainement une couche plus profonde de la planète.

RADIOGONIOMÉTRIE. — *P. Schwartz* (prés. par M. Bigourdan). — **Sur un procédé de visée radioélectrique applicable à la Géodésie.**

L'auteur utilise un appareil récepteur très sensible, mais sans cercle divisé pour déterminer des visées radioélectriques sur des stations situées les unes à petite, les autres à grande distance; il a pu, en diminuant progressivement le chauffage des lampes, déterminer rigoureusement l'azimut de la station. Il estime qu'avec un radiogoniomètre spécial on obtiendrait des résultats comparables à ceux atteints dans l'établissement actuel des chaînes géodésiques.

RHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *P. Woog* (prés. par M. Marcel Brillouin). — **De l'extension des lubrifiants sur les surfaces solides.**

L'emploi des lubrifiants en chronométrie doit pouvoir assurer une lubrification correcte à des températures très variées, parfois très basses. Les recherches faites par l'auteur montrent la possibilité de maintenir depuis les très basses températures, jusqu'à 100°, les huiles devant lubrifier des chronomètres ou autres appareils.

ÉLECTROCAPILLARITÉ. — *G. Colange* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Propriétés électrocapillaires du mercure au contact de l'air.**

Les propriétés capillaires du mercure peuvent être vérifiées au moyen d'un électromètre capillaire, en employant des potentiels assez élevés. Le mercure du tube est relié à l'un des pôles d'une machine électrostatique, l'autre pôle étant laissé libre, le mercure de la cuve est supprimé. Dans ces conditions, on constate que pour une différence de potentiel de quelques milliers de volts le mercure descend dans le tube s'il est relié au pôle + et remonte s'il est relié au pôle —.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Brun* et *J. Granier* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur les propriétés diélectriques des mélanges hydroalcooliques.**

Les auteurs ont cherché à vérifier en admettant l'hypothèse que la miscibilité critique s'accompagne de variations dans l'état de dissociation des liquides organiques, si à cet état critique correspondent des variations du pouvoir inducteur des solutions.

Les graphiques qu'ils ont établi montrent, dans la zone critique de miscibilité, des perturbations très nettes de l'orientation des courbes d'égal pouvoir inducteur, perturbations semblables à celles qui ont été également observées dans l'étude des autres propriétés des mêmes mélanges.

— *S. Veil* (prés. par M. G. Urbain). — **L'évolution du sulfure de nickel et du sulfure de cobalt au sein de l'eau.**

Les expériences effectuées par l'auteur, montrent que les sulfures de nickel et de cobalt possèdent comme le sulfure et les hydroxydes de fer, la propriété de ne pas rester magnétiquement invariable dans l'eau chaude.

— *P. Bourion* et *E. Bouyer* (prés. pur M. G. Urbain). — **Détermination ébullioscopique des équilibres moléculaires de la resorcine dans les solutions aqueuses de chlorure de sodium.**

Les solutions aqueuses de chlorure de sodium, définies par un rapport déterminé, chlorure de sodium-eau, constituent un milieu possédant une constante ébullioscopique déterminée. Pour chaque série, la résorcine donne lieu, dissoutes dans les solutions aqueuses de chlorure de sodium, à des équilibres entre molécules simples et doubles, ou entre molécules simples et triples, selon la concentration, comme dans l'eau pure. L'équilibre entre molécules simples et doubles a un domaine de plus en plus diminué, à mesure que croît la richesse en chlorure de sodium.

CHIMIE ORGANIQUE. — *M. Tiffeneau* et *J. Lévy* (prés. par M. A. Béhal). — **Aptitudes migratrices comparées des radicaux acycliques dans la transposition semipinacolique des phényldialcoylglycols. Les rapports avec les capacités affinitaires.**

Dans le groupe des phényldialcoylglycols

$$C^6H^5 — CHOH — C(OH)RR'$$

les aptitudes migratrices comparées des deux radicaux R et R' sont, en général, d'autant plus marquées que leur capacité affinitaire est moindre.

— *G. Brus* (transm. par M. Paul Sabatier). — **Sur les dérivés dihalogénés cristallisés du pinène.**

Les cristaux de bromure de tricyclène ne sont isomorphes ni de ceux du dichlorure orthorhombique préparé par Aschan par l'action du chlore sur le pinène, ni de ceux du dérivé monoclinique préparé par l'auteur par l'action du chlore sur un pinène pur.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *Pierre Termier.* — **La nappe des Aiguilles d'Arves entre le Lautaret et la Vallouise.**

L'auteur décrit cette nappe le long du bord oriental du Pelyoux, entre le Lautaret et la Vallouise c'est un parcours d'environ 25 km. où la bande est toujours fort étroite et même, localement, entre le Rocher de l'Yret et les Neyzets, disparaît entièrement, réduite à zéro.

— *Paul Fallot* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur la terminaison occidentale de la Sierra de Cazorla (Andalousie).**

Considérant comme connu le domaine compris entre Alcandete et le Rio Guadiana Menor, l'auteur a parcouru une partie des chaînons qui s'élèvent plus à l'Est, de la Sierra de Quesada au nord de Nerpio, et constituent ce que la carte géologique au 1/100.000 groupe sous les noms de Sierra de Cazorla et de Sierras de Segura. Les détails que l'auteur donne dans cette Note montrent la complexité de cette chaîne.

— *Henri Schœller* (prés. par M. Pierre Termier). — **Caractères stratigraphiques de la nappe de l'Embrunais et du bord externe de la nappe du Briançonnais au nord de la région du Pelvoux.**

Dans la nappe de l'Embrunais, le Houiller ne se montre qu'aux environs des Chapieux. Le bord externe de la nappe du Briançonnais montre beoucoup plus de Houiller. S'il existe de notables différences stratigraphiques entre la nappe de l'Embrunais et le bord externe de la nappe du Briançonnais, on remarque, au contraire, de très grandes ressemblances, lorsqu'on compare les faciès de ce bord avec ceux de la portion plus interne du Briançonnais.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Ch. Fabry* — **Sur un phénomène qui accompagne la vision binoculaire lorsque les deux images visuelle ne sont pas fusionnées.**

Le phénomène décrit dans cette Note n'est pas dû à une fatigue rétinienne; il disparaît instantanément si l'on ferme l'un ou l'autre des deux yeux. Plus généralement, on peut dire que le phénomène n'est pas d'ordre rétinien, mais qu'il est d'ordre cérébral, et qu'il se rapporte à la manière dont notre cerveau combine et interprète les impressions produites sur nos deux rétines.

BOTANIQUE. — *G. Mangenot* (prés. par M. Molliard). — **Sur la signification des cristaux rouges apparaissant,**

sous l'influence du bleu de crésyl, dans les cellules de certaines Algues.

Chez *Laminaria Cloustoni*, *L. flexicaulis* et *L. saccharina*, des cristaux se forment régulièrement, sous l'influence du bleu du crésyl, dans les vacuoles de certaines cellules de thalle; à l'intérieur de ces vacuoles s'épanouissent des cristaux rouges, groupés en bouquets attachés en des points quelconques de la paroi de la vacuole. Ces cellules dont le suc vacuolaire contient des iodures sont, d'abord, toutes celles qui constituent la moëlle du stipe, des frondes et des crampons. Dans l'écorce, celle des crampons, des stipes ou des frondes, les cristaux se forment constamment chez *L. flexicaulis* et *L. saccharina*. On n'en observe jamais, au contraire, chez *L. Cloustoni*.

Les conclusions de ces recherches sur la distribution des iodures dans le thalle des Laminaires concordent avec celles de Tunmann et sont conformes aussi aux résultats des analyses chimiques.

MYCOLOGIE. — *Bogdan Varitchak* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **L'évolution nucléaire chez *Ascoidea rubescens* Brefeld.**

Le jeune asque qui est au commencement polyénergide comme les autres cellules végétatives, est riche en protoplasma et la quantité de matière de réserve commence à augmenter. A un moment donné, on constate le rapprochement de deux noyaux privilégiés qui se mettent bientôt en contact et leur volume augmente légèrement. Ces deux noyaux contiennent chacun deux chromosomes; ils ne tardent pas à se fusionner. Le volume de ce noyau double est beaucoup plus grand que celui des autres noyaux. Aussi le fuseau de la première division du noyau double est très grand et l'auteur pense que c'est à ce moment que s'opère la réduction chromatique.

Ce noyau de fécondation subit des divisions successives et les noyaux qui en proviennent sont destinés aux spores de l'asque. Les autres dégénèrent et disparaissent.

L'auteur est d'avis qu'il faut réunir *Dipodascus albidus* et *Ascoidea rubescens* dans un même groupe.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *M. Bridel* et *P. Picard* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur le primevéroside de l'acide salicylique.**

Ce primevéroside, qui résulte de la combinaison, avec, élimination d'une molécule d'eau, d'une molécule de primevérose et d'une molécule d'acide salicylique, a été préparé en traitant à froid le primevéroside de salicylate de méthyle par la potasse en solution aqueuse.

Il cristallise en fines aiguilles, est lévogyre ($\alpha = -61°6$ en solution aqueuse). Hydrolysé par l'acide sulfurique à 3,5 pour 100 à + 105°, il fournit de l'acide salicylique et un mélange équimoléculaire de xylose et de glucose.

PHYSIOLOGIE. — *Maurice Fontaine* (prés. par M. L. Joubin). — **Sur les analogies existant entre les effets d'une tétanisation et ceux d'une compression.**

Il semble bien que l'imbibition des tissus musculaires, due aux fortes pressions, reconnaisse la même cause que l'imbibition d'un muscle tétanisé. La similitude des effets entre une tétanisation et une forte compression, nettement mise en évidence par les expériences relatées dans cette Note, permet de le penser.

PHARMACODYNAMIE. — *M. Raymond-Hamet* (prés. par M. A. Desgrez). — **Action du chloralose sur le sympathique et le parasympathique.**

Le tracé qui accompagne cette Note montre que, chez l'animal chloralosé, une dose moyenne d'adrénaline (5/100 de milligramme) provoque une hypertension deux fois plus forte que chez l'animal non anesthésié. Il montre également que les manifestations de l'excitation réflexe du pneumogastrique sont beaucoup moins marquées chez l'animal chloralosé que chez l'animal normal.

Le chloralose, qui peut être regardé, semble-t-il, comme un paralysant du parasympathique, diminue souvent très nettement et très durablement la pression carotidienne.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Jean Timon-David* (prés. par M. P. Marchal). — **Contribution à la connaissance des graisses d'Insectes : le beurre de Pucerons du Térébinthe.**

Ce beurre est constitué par des glycérides de nombreux termes de la série acétique : acides volatils solubles (du groupe butyrique), acides volatils insolubles (du groupe caprylique), acide laurique, isolé et caractérisé par son poids moléculaire et son point de fusion, acides supérieurs, au moins jusqu'à l'acide palmitique.

PROTISTOLOGIE. — *G. Lavier* (prés. par M. F. Mesnil). **Sur la vacuole prébasale des trypanosomes.**

Il semble bien que le rôle de cette vacuole soit secrétoire, car on voit apparaître fréquemment à sa périphérie des granulations chromophiles qui sont bien différentes de la métachromatine. Il est des individus, assez rares d'ailleurs, qui paraissent dépourvus de vacuole : peut-être alors est-elle trop réduite pour être visible, ou disparaît-elle momentanément. Il semble bien, en tout cas, que ce soit un organe normalement présent chez le trypanosome.

PROTOZOOLOGIE. — *Ch. Pérard* (prés. par M. F. Mesnil). — **Sur une maladie du maquereau (*Scomber Scomber L.*) due à une Myxosporidie : *Chloromyxum histolyticum* n. sp.**

Les lésions produites dans le tissu musculaire par le parasite consistent en une infiltration diffuse généralisée. Il s'agit d'une fonte musculaire due uniquement au pouvoir lysant du parasite.

L'auteur propose d'appeler cette nouvelle myxosporidie du maquereau *Chloromyxum histolyticum* et de donner à la maladie qu'elle produit le nom de *Chloromyxose*.

MÉDECINE. — *Marage* (prés. par M. d'Arsonval). — **Nature de la surdité de Beethoven.**

Lorsqu'un musicien devient sourd, il lui est encore possible d'écrire de la musique : cette infirmité a-t-elle une influence sur ses œuvres et y a-t-il un rapport entre la nature de sa surdité et la composition musicale au point de vue physique biologique ? C'est ce que l'auteur se propose d'étudier en prenant comme exemple Beethoven et son œuvre. Il examine, dans cette Note, la nature de sa surdité, en suivant l'affection dans ses diverses phases. A l'origine, c'est de la labyrinthie et non de l'otite scléreuse.

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. Lucien Cayeux, Professeur au Collège de France, a été élu membre titulaire dans la Section de Minéralogie, en remplacement de M. Haug, décédé.

M. L. Lecornu est désigné pour faire partie de la Section permanente de la Commission supérieure des inventions.

Académie de Médecine. — M. Gosset a été élu membre titulaire dans la Section de Chirurgie, en remplacement de M. Kirmasson, décédé.

Union astrononomique internationale. — L'Union se réunira à Leyde le 5 juillet 1928

Prix d'Astronautique. — MM. Robert Esnault-Pelterie et André Hirsch viennent de fonder à la Société Astronomique de France un prix annuel de 5.000 fr. pour encourager et provoquer les recherches scientifiques susceptibles de préparer l'exploration de l'espace interplanétaire.

Le problème de l'*Astronautique* dont M. Robert Esnault-Pelterie se préoccupe depuis 1907 touche à presque toutes les sciences : à la physique pour la recherche de la source d'énergie utilisable pour propulser le véhicule : hydrogène atomique ou mieux encore énergie intra-atomique; à la chimie pour la conservation d'une atmosphère respirable en vase clos, la préparation et la conservation de l'hydrogène atomique...; à la mécanique pour la construction du véhicule; à la métallurgie pour la création d'alliages extra-légers: à la physiologie pour l'étude de l'action des variations du champ gravitant sur l'organisme à l'astronomie enfin pour la conduite du véhicule et la prévision, autant qu'elle est possible, des conditions physiques et des forces contre lesquelles on aura à lutter.

Les travaux qui pourront prétendre au Prix peuvent donc se rapporter à des sujets extrêmement variés. Ils seront soumis à une Commission présidée par le Général Ferrié et composée de MM. Fichot et Jean Perrin, vice-présidents, Deslandres, Fabry, Urbain, Membres de l'Institut, Maurain, directeur de l'Institut de Physique du Globe, Jules Baillaud, E. Belot, H. Chrétien, Esclangon, Lambert, Astronomes; Ingénieur Général Charbonnier, Bethenot, Gaumont, Soreau, Ingénieurs; Dr André Bing, J. H. Rosny aîné, et les fondateurs, MM. Robert Esnault-Pelterie et André Hirch.

Les fondateurs du Prix n'espèrent pas que leur initiative amènera la solution prochaine et complète du problème de l'Astronautique mais ils sont convaincus que ce problème sera résolu un jour. L'état de la Science est tel qu'on peut en commencer l'étude avec fruit; les travaux nécessaires touchent à des questions si importantes que leurs résultats ne peuvent manquer d'être utiles quand bien même l'astronautique ne serait pas réalisée.

Congrès international de Mathématiques. — Le prochain congrès international de mathématiques se tiendra à Bologne du 3 au 10 septembre. Les congrès précédents s'étaient réunis à Strasbourg en 1920 et à Toronto en 1924.

Congrès international de Géologie. — Le 15e Congrès international de géologie se tiendra dans l'Afrique du Sud en 1929. La séance inaugurale aura lieu à Pretoria dans la quinzaine suivant le 29 juillet. Six grandes excursions seront organisées avant, pendant et après le Congrès.

Congrès international de Photographie. — Le septième Congrès se tiendra à Londres du 9 au 14 juillet 1928. Le sixième Congrès s'était tenu à Paris en 1925.

Congrès international de Géographie. — Un congrès international de Géographie s'ouvrira à Londres sous les auspices de l'Union géographique Internationale, le 14 juillet 1928 et se continuera à Cambridge du 17 au 25 juillet.

Trois sujets seront particulièrement mis en discussion; le problème de la vie rurale, la carte du Monde Internationale au millionième et l'étude des côtes du pliocène et du pléistocène.

Congrès des Hautes Etudes marocaines. — L'Institut des Hautes Etudes marocaines, fondé en 1911, tiendra son 6e Congrès à Rabat les 10, 11 et 12 avril 1928. M. Steeg, résident général, présidera la séance solennelle d'ouverture qui aura lieu dans l'amphithéâtre de l'Institut. Les sections du congrès étudieront notamment les questions marocaines au point de vue de l'instruction publique, de la linguistique, de la littérature de l'Occident musulman, de l'archéologie, de la géographie, de l'activité économique.

Société française de Physique. — Le Bureau, pour 1928 est composé de MM. H. Bénard, président, J. Perrin, vice-président, Dunoyer, secrétaire général, J. Baillaud, secrétaire, Jobin, trésorier.

Exposition d'Histoire de la Science. — Cette Exposition se tiendra à Firenze (Italie) de mars à juin 1928. Elle sera divisée en cinq sections : I. Sciences naturelles (anthropologie, zoologie, botanique, minéralogie, géologie, etc.). — II. Sciences médicales et pharmaceutiques. — III. Sciences mathématiques, physiques et chimiques. — IV. Sciences astronomiques et géographiques. — V. Technologie.

Fondation Carnegie. — La Fondation Carnegie, de New-York, a donné 2.000.000 de dollars pour l'avancement de l'éducation du 30 septembre 1926 au 30 septembre 1927. En outre, elle a versé 4.000.000 de dollars pour les dépenses engagées les années précédentes. Enfin, en dehors de ses propres publications, éditées par elle-même, la Fondation a, depuis quatre ans, subventionnés la publication de 200 ouvrages et 600 articles de revue.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — M. Petit a soutenu, le 7 février une thèse pour le doctorat ès sciences naturelles : « *Contribution à l'étude cytologique et taxinomique des bactéries* ».

Institut de Paléontologie humaine. — Les conférences du samedi auront lieu à 17 heures, dans l'ordre suivant :

11 *février.* — M. H. V. Vallois : Origine et évolution des Blancs et des Nègres.

18 *février.* — M. Teilhard de Chardin : La Paléontologie humaine en Chine.

25 *février.* — M. L. Germain : La Préhistoire orientale et l'œuvre de J. de Morgan.

3 *mars.* — M. R. Verneau : Une race primitive actuelle : Les Esquimaux.

10 *mars.* — M. H. Breuil : A la découverte des roches peintes préhistoriques en Espagne.

17 *mars.* — M. J. Brunhes : Les piliers totémiques des Indiens de l'Ouest canadien.

Les cartes d'admission doivent être demandées à M. le Directeur de l'Institut de Paléontologie humaine 1, rue René Panhard, Paris, 13e.

Ecole navale. — Le nombre des candidats à admettre en 1928 a été fixé à 110.

Les candidats au concours d'admission doivent se faire inscrire du 1er au 20 avril 1928, terme de rigueur à la préfecture du département où ils ont fait leurs études (voir le *Journal officiel* du 29 janvier 1928, page 1341, pour les pièces à produire à l'appui de la demande d'inscription).

Ecole nationale des Eaux et Forêts. — M. Crestin, professeur à l'Ecole, est nommé Sous-Directeur en remplacement de M. Bernard, décédé.

Ecoles nationales d'Agriculture. — M. Mamelle, Maître des Conférences, est nommé Professeur de Physique et chimie générale à l'Ecole nationale de Grignon, (chaire nouvellement créée).

Ecoles nationales vétérinaires. — 1° Un concours sur titres sera ouvert à l'Ecole Nationale vétérinaire d'Alfort le samedi 19 mai 1928, à 10 h. du matin, en vue de la nomination d'un professeur titulaire d'anatomie, poste vacant à l'école vétérinaire de Lyon.

Les candidats classés par le jury ne pourront être nom-

més que s'ils possèdent le titre d'agrégé pour le 5e enseci-enseignement (anatomie).

(Cet avis remplace celui qui a paru au *J. O.* le 24 janvier dernier et qui est annulé).

2° Un concours sur titres sera ouvert à l'Ecole Nationale vétérinaire de Lyon, le samedi 19 mai 1928, à dix heures du matin, en vue de la nomination d'un professeur titulaire de Pathologie générale et Anatomie pathologique à ladite école.

Les candidats classés par le jury ne pourront être nommés que s'ils possèdent le titre d'agrégé pour le 5e enseignement (pathologie générale et anatomie pathologique).

Pour ces deux concours les demandes des candidats accompagnées des pièces réglementaires, devront être adressées au Ministre de l'Agriculture (direction des services sanitaires et scientifiques, *42 bis*, rue de Bourgogne), trente jours au moins avant la date fixée pour l'ouverture du concours, conformément aux dispositions de l'arrêté ministériel du 22 décembre 1925.

Le professeur désigné pourra ultérieurement recevoir, à titre temporaire ou définitif, telles affectations ou missions jugées désirables se rapportant à l'enseignement théorique ou pratique donné dans les écoles nationales vétérinaires.

Université de Montpellier. — *Faculté des Sciences.* — La chaire de cryptogamie et cytologie végétale (fondation de l'Université) est supprimée.

Université de Caen. — *Faculté des Sciences.* — M. Bigot, ancien Doyen, est nommé Doyen honoraire.

Université de Besançon. — *Faculté des Sciences.* — M. Haag, Professeur à la Faculté des Sciences de Clermont, est nommé Professeur de Mécanique rationnelle et appliquée en remplacement de M. Andrade admis à la retraite.

Université de Strasbourg. — *Faculté des Sciences.* — M. Cerf, Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon est nommé Professeur de Mathématiques générales.

Université d'Aix-Marseille. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — Cette Faculté comprendra désormais, outre les 28 chaires prévues par le décret de 1922, une chaire de Thérapeutique.

Université de Clermont-Ferrand. — *Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie.* — Deux concours s'ouvriront devant la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de Toulouse pour deux emplois à l'Ecole préparatoire de Clermont-Ferrand :

1° Le 25 juillet 1928 pour l'emploi de Professeur suppléant de la chaire de Physique.

2° Le 27 juillet pour l'emploi de Professeur suppléant de la Chaire de Pathologie.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture de ces concours.

Université de Lille. — Un concours s'ouvrira le 27 juillet 1928 devant la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de Lille pour un emploi de Professeur suppléant de la chaire de Pathologie et clinique médicales à l'Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie d'Amiens.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

Université d'Alger. — *Faculté des Sciences.* — M. Guntz; Chef des travaux à la Faculté des Sciences de Nancy, en nommé Maître de Conférences de Chimie.

Université de Heidelberg. — D'importants concours financiers vont permettre d'entreprendre pour 100 millions de travaux en vue de l'agrandissement de l'Université afin de pouvoir installer un Institut des Sciences naturelles, un Institut de pathologie et une Clinique chirurgicale.

Université de Californie. — M. A. P. Giannivi a fait un don de 1.500.000 dollars à l'Université de Californie, à Berkeley, pour lui permettre de développer l'Agriculture. Une somme de 1.000.000 sera employée à l'établissement de d'une Fondation d'Economie agricole et les 500.000 dollars restant serviront à la construction d'un bâtiment universitaire destiné à l'amélioration des conditions professionnelles relatives aux laitiers, fruitiers et éleveurs.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Composition Mathématique de Claude Ptolémée, Traduite par M. Halma (avec le texte grec) et suivie des notes de M. Delambre. Réimpression fac-similé en deux tomes, petit in-4°. J. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 210 francs.

Faisant preuve d'une largeur de vue que le monde scientifique se plait à reconnaître, la librairie Hermann réédite actuellement quelques-uns des ouvrages qui dans les siècles passés ont été les manifestations les plus hautes du savoir humain.

La *Composition Mathématique*, plus connue sous son nom arabe d'*Almageste*, le Très Grand, est un des ouvrages d'astronomie et de mathématiques les plus importants que l'antiquité nous ait légués. Claude Ptolémée y expose non seulement ses propres conceptions, mais aussi, et c'est surtout par cela qu'il est précieux, les observations les plus anciennes des Chaldéens et des Grecs, et les principaux éléments des travaux d'Hipparque qui, le premier, dit Pline, osa compter les étoiles : c'est dans l'Almageste que se trouvent conservées les observations les plus anciennes qui soient parvenues jusqu'à nous et si son système de monde paraît depuis longtemps insoutenable nous ne pouvons refuser à Ptolémée d'avoir dans la Composition mathématique perpétué l'astronomie jusqu'à Copernic et fournit leur substance aux études de quatorze siècles.

Les astronomes qui aiment l'histoire de leur science parcoureront avec intérêt ce livre célèbre. Les mathématiciens n'y éprouveront pas moins de plaisir. Contrairement au *Traité du Ciel d'Aristode* qui contient beaucoup de mots, mais peu de faits, ni de démonstrations réelles, l'ouvrage de Ptolémée est réellement mathématique, les démonstrations géométriques y tiennent une place fondamentale. On y trouve des théorèmes féconds, et surtout un exposé de la trigonométrie sphérique, imaginée vraisemblablement par Hipparque, bien curieux à lire, car les anciens ne connaissant pas les sinus, employaient les cordes des arcs pour évaluer les angles.

J. B.

Constitution et Evolution de l'Univers, par A. Véronnet, astronome à l'Observatoire de Strasbourg. In-8° de 470 pages avec 29 figures (*Encyclopédie Scientifique*. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

Un des problèmes qui ont le plus hanté les astronomes de tous les temps est celui de la constitution et de l'évolution de l'Univers. Borné dans les siècles passés à l'explication du monde solaire, il s'étend maintenant à celui du monde sidéral. Le développement prodigieux de la physique de la matière a ouvert des voies d'accès qui semblent pouvoir conduire à sa solution et nombre d'astronomes, parmi les plus illustres en font le sujet principal de leurs préoccupations. Nous avons déjà eu l'occasion de signaler l'ouvrage magistral que le Prof. Eddington a consacré à l'intérieur des étoiles. En France, depuis une quinzaine d'années M. Véronnet s'est spécialisé dans ce

problème. L'ouvrage que nous présentons aujourd'hui au public, s'il forme une étude critique des recherches faites sur cette question, intéressera particulièrement les astronomes parce qu'il donne un exposé d'ensemble des idées de l'auteur, publiées jusqu'ici dans des mémoires assez dispersés. Le point de vue où se place M. Véronnet est assez différent de celui d'Eddington. Tandis que ce dernier, pour approfondir l'état intérieur d'une étoile fait intervenir les découvertes récentes sur l'atome et l'électron et sur les lois du rayonnement, M. Véronnet base ses recherches sur les lois anciennes de la thermodynamique, en particulier sur la loi des gaz réels. Beaucoup seront sans doute plus séduits par les conclusions d'Eddington, si intéressantes pour la physique de l'atome. Tous approuveront cependant M. Véronnet d'avoir montré ce qu'on peut tirer des théories classiques. Dans une recherche où les conclusions reposent pour une si grande part sur les voies suivies, il est bon de pouvoir comparer les résultats tirés d'hypothèses bien différentes.

Voici les titres des chapitres de l'ouvrage : Les figures d'équilibre d'une masse liquide homogène en rotation ;conséquences cosmogoniques.— Etude d'une masse hétérogène en rotation. Figure de la Terre et des Planètes. — Equilibre physique d'un astre gazeux; gaz parfaits et gaz réels; cas d'une température uniforme. — Cas d'une densité uniforme. Maximum de température possible.— Equilibre physique et extension de l'atmosphère d'un astre gazeux.Comètes étoiles géantes. — Entretien de la chaleur solaire. Age du Soleil et de la Terre. — Evolution du Soleil et des étoiles. Evolution corrélative de la Terre. — Etude de la condensation et de la formation des astres dans une nébuleuse indéfinie. — Détermination de la température de formation des astres. Relation entre le temps et la température formation. — Etude de la formation et de l'évolution des systèmes stellaires. Amas stellaires; étoiles nouvelles; étoiles géantes; nébuleuses spirales. — Formation des systèmes planétaires; déviations produites par les étoiles voisines; action de la résistance du milieu. — Etude critique des hypothèses cosmogoniques modernes.

J. B.

Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1928. — In-16 de XII-669 pages avec 5 cartes célestes en couleurs, 2 cartes magnétiques et 3 planches de spectres. Gauthiers-Villars, éditeur. Paris. — Prix : 12 francs.

Divisé en cinq Chapitres principaux (Calendrier, Terre, Astronomie, Données physiques et chimiques, Statistiques géographiques et démographiques), l'*Annuaire* étudie les divers calendriers, fait connaître la position relative des astres, indique les poids et mesures légaux français et étrangers, le tonnage des navires, la densité des minéraux et des pierres précieuses, l'optique, l'acoustique, l'analyse des alliages industriels et des engrais, la composition moyenne des vins, bières, cidres, etc.

L'Annuaire 1928 publie en outre les trois Notices scientifiques suivantes :

Le Bureau des Longitudes, son Histoire et ses Travaux, depuis l'origine (1795), par M. Bigourdan.

Le cinquantenaire de la Convention internationale du mètre, par Emile Picard.

La coopération internationale en Géodésie et en Géophysique, la troisième Assemblée générale de l'Union Géodésique et Géophysique internationale à Prague, septembre 1927, par le Général G. Perrier.

S R.

Cours de physique, par MM. Faivre-Dupaigne, Lamirand et Brizard. Tome I. *Optique*. In-8° de 420 p. avec 361 figures. Tome II. *Chaleur*. Un vol. in-8° de 260 p. avec 150 figures (neuvième édition). Masson et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 36 fr. et 24 fr.

MM. Faivre-Dupaigne, Lamirand et Brizard, viennent de publier la neuvième édition, soigneusement revue et mise à jour, de l'excellent cours de physique qui a déjà rendu tant de services à la studieuse jeunesse qui prépare les grandes écoles. Cette nouvelle édition, conforme aux récents programmes, mérite de trouver, auprès du public auquel elle est destinée, le même accueil que les précédentes. L'exposition y est claire et précise, les expériences y sont décrites avec soin, mais sans détail superflu, et l'ouvrage nous paraît très propre à faire comprendre aux étudiants la marche de la méthode expérimentale

A. Bc.

La connaissance scientifique, par le Dr Albert Mochi. In-16 de 269 pages. Alcan, éditeur, Paris. — Prix :

Les études que le Dr A. Mochi nous présente sur la nature de la connaissance scientifique ont le caractère de réflexions directes, très éloignées d'un savoir livresque. « Lorsque j'ai vu clairement pour la première fois, écrit-il, la série naturelle des présupposés, je vivais dans le dé- la série naturelle de ses présupposés, je vivais dans le désert africain où la guerre m'avait jeté, je ne possédais qu'un crayon et du papier, je collectionnais des insectes, je soignais des malades. En étudiant le produit de l'esprit humain, qui s'appelle la science, j'entendais ne consacrer à un travail du même ordre que ceux qui m'avaient occupé jusque là, je classais des sciences, comme j'aurais classé des papillons ou des maladies mentales » (255). Le 1er chapitre se réfère aux idées énoncées par M. Naville dans sa classification des sciences. Le Dr Mochi essaie d'établir une définition rigoureuse de la science. Il demeure complètement étranger aux discussions entre savants et philosophes sur les rapports entre vérité et utilité ou convention ; on appréciera une vue de ces dires très judicieuse des conditions d'une psychologie scientifique. Le Dr Mochi montre comment l'importance exclusive attribuée à l'une des deux méthodes externe et interne dépend de présupposés métaphysiques. Des vues concrètes sur la portée véritable des tests psychologiques. L'auteur se base surtout, en ses remarques psychologiques, sur l'opposition entre cause et fonction, pour demeurer dans les limites de la science. Il devient de plus en plus manifeste cependant, après les études de M. Meyerson, que l'opposition entre la science et l'ontologie n'est pas aussi simple que le supposait le positivisme.

La Technique photographique, par L.-P. Clerc. In-8° de 850 pages avec 210 figures. Vol. I et II. Paul Montel, éditeur, Paris. — Prix : 90 francs.

Les ouvrages sur la photographie sont fort nombreux mais les traités vraiment bons sont bien rares. Le plus souvent ce ne sont que des recueils de recettes; parfois ce sont des encyclopédies en dix volumes : le sujet est trop riche, et les besoins des usagers de la photographie trop divers. Un traité de photographie que chacun, amateur, professionnel, homme de sciences, trouverait profit à consulter serait un chef-d'œuvre.

M. L. P. Clerc était particulièrement préparé pour écrire un tel traité. Le monument d'érudition et de documentation qu'il élève en publiant chaque année dans *Science, Technique et Industrie photographique*, des extraits ou des analyses étendues de tous les mémoires et de tous les brevets sur la photographie qui paraissent dans le monde entier, était un sûr garant qu'un ouvrage qu'il aurait conçu serait à la hauteur de tous les progrès de la science et de la technique. L'expérience acquise dans son ensei-

gnement de la photographie à l'Ecole Estienne et à l'Ecole Technique de Photographie et de Cinématographie qu'il dirige, complétée avec celle que lui donne ses relations constantes avec le monde des techniciens et des professionnels, devait lui indiquer quels sont dans la foule des faits qu'une Encyclopédie de photographie peut contenir ceux qu'il y a lieu de retenir.

Le Traité que nous signalons à nos lecteurs répond pleinement à ce qu'on pouvait attendre de son auteur. Relativement court pour un ouvrage de cette importance, il contient cependant non seulement l'exposé des opérations et des techniques les plus importantes, mais encore une foule de faits, épars dans un grand nombre de publications et ignorés pour la plupart de bien des personnes. Si quelqu'un craignait que la science de M. Clerc ne l'ait entraîné à écrire un ouvrage difficile, la lecture de la première partie qui porte sur la théorie de l'appareil photographique le tranquilliserait. Sans rien sacrifier de la rigueur scientifique, mais sans se perdre dans des développements qui ont leur place dans les traités spéciaux, il indique tout ce qu'il est nécessaire de savoir, et non pas les faits les plus élémentaires, mais des propriétés plus cachées que des figures et un exposé particulièrement clairs font comprendre à tous. Même sur les opérations les plus simples, on a profit de connaître l'opinion de l'auteur; son sens critique fait justice des habitudes et des procédés irraisonnés qu'on est surpris de voir en si grand nombre.

L'ouvrage de M. Clerc, dont des traductions en plusieurs langues ont été déjà demandées, restera pour longtemps un traité fondamental. J. B.

Cours pratique d'Electricité Industrielle. T. I. *Les lois fondamentales de l'électricité;* t. II. *Machines et appareils électriques*, par Léon Bouthillon, ingénieur en chef des Télégraphes et M. Goudonnet, directeur de l'Ecole pratique de Radio-électricité. 2 vol. in-16 de 270 pages et 306 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix :

Cet ouvrage est le premier d'une collection dont l'Ecole pratique de Radioélectricité commence la publication et qui comprendra, avec les cours de l'établissement, les travaux de professeurs et ceux des anciens élèves. Il s'adresse aux élèves des écoles pratiques de commerce et d'industrie, des écoles professionnelles, des écoles primaires supérieures; à tous ceux donc qui auront à diriger les applications de l'énergie électrique. Nous croyons que ceux mêmes qui ne veulent pas se borner à un rôle de technicien, mais qui se destinent à étudier les phénomènes ou à les enseigner, auront intérêt à parcourir cet ouvrage; les auteurs ont pensé que l'enseignement technique ne consiste pas seulement à donner aux jeunes gens auxquels il s'adresse des formules ou des tours de main, mais qu'il doit leur assurer un fond de connaissances qui les délivre de l'empirisme, leur faire comprendre la raison des phénomènes et leur donner une idée juste de leur importance relative. Les vieux traités consacraient des chapitres entiers à l'électrostatique, quelques pages à l'induction. L'ouvrage de MM. Bouthillon et Goudonnet a comme base, lui donnant son idée directrice et son unité, la notion d'énergie et la loi de sa conservation; l'induction et l'électrodynamique se trouvent mises au premier plan: une seule page est accordée à la loi de Coulomb, la dernière de l'électrostatique. Si les auteurs ont fait au point de vue de la pédagogie et de la logique scientifique une œuvre d'un grand intérêt, ils n'ont pas perdu de vue que la plupart de leurs élèves resteront des praticiens; leur livre est plein de faits; sans que rien ne soit sacrifié de la rigueur nécessaire, sa lecture est facile.

Un troisième volume, actuellement en préparation doit traiter des applications de l'électricité. J. B.

Cours de Chimie biologique, par Pierre Thomas. Tome I: Partie générale. In-8° de 362 pages avec figures. Les Presses Universitaires de France, éditeurs, Paris.

Cet ouvrage est la reproduction de l'enseignement donné par l'auteur aux étudiants de la Faculté de Médecine de Cluj. Il est divisé en deux parties : l'une, consacrée aux généralités, est en quelques sorte une chimie de la cellule; l'autre traitera des particularités que présentent la composition et le fonctionnement des divers organes ou tissus.

Bien que particulièrement destiné aux étudiants en médecine, ce Cours de chimie biologique a été également écrit à l'intention des biologistes; ceux-ci s'en serviront avec d'autant plus de profit qu'ils y trouveront de nombreux exercices pratiques élémentaires, se rapportant tous à des applications médicales ou biologiques courantes.

Les neuf premiers chapitres du premier volume forment un excellent résumé des notions de chimie physique dont la connaissance est indispensable à tous ceux qui veulent aborder avec fruit l'étude de la physiologie et de la chimie biologique. Le reste du volume est réservé aux diastases puis à la description des constituants de la matière vivante. A la fin de chaque chapitre on trouve l'indication d'un certain nombre d'ouvrages ou de publications récentes qui mettront le lecteur à même d'approfondir ses connaissances. L'auteur a voulu écrire « un livre utile, d'application pratique, représentant aussi exactement qu'il est possible l'état d'actuel d'une science en évolution rapide. » Nous estimons qu'il y a parfaitement réussi. R. S.

Practical physiological chemistry (Traité pratique de chimie physiologique), par Philip B. Hawck, directeur du laboratoire de recherches sur les aliments à New-York et Olaf Bergeim, professeur-adjoint à l'Université de Chicago. *Neuvième édition*. Grand in-8° de 931 pages avec 273 figures en noir et 8 planches en couleurs. P. Blakiston's Son and C°, Philadelphie, et, pour l'Europe, J. et A. Churchill, à Londres. — Prix : 6 doll. 50.

Nous ne reviendrons pas sur les qualités de cet excellent ouvrage puisque nous en avons présenté les éditions successives aux lecteurs de la *Revue Scientifique*, toutefois, nous ne pouvons nous empêcher d'insister sur les importantes additions et modifications dont il a été l'objet à l'occasion de la neuvième édition publiée quatre ans après la huitième.

Le nombre de pages a été porté de 693 à 931, tandis que celui des figures est passé de 197 à 273. Cela n'est pas étonnant, puisque les auteurs ont si complètement remanié l'ouvrage qu'ils y ont introduit sept chapitre nouveaux portant respectivement sur la chimie physique des solutions vraies et colloïdales, sur l'absorption, sur la putréfaction intestinale et la désintoxication, sur la chimie du sang et l'analyse des tissus, sur la réserve alcaline et la régulation de la réaction du sang, sur les glandes endocrines et sur le métabolisme.

En outre les auteurs ont complètement révisé les chapitres anciens et y ont développé en neuf sections fort importantes les notions récentes relatives aux phénomènes d'oxydo-réduction, à la photosynthèse, aux amino-acides, aux phénomènes de la digestion gastrique suivant la nature des aliments, aux carences alimentaires, à l'influence du rayonnement ultra-violet, au rachitisme, à l'acidose et à l'acétonémie, enfin aux techniques relatives à l'étude du métabolisme.

On voit donc que les auteurs n'ont rien négligé pour mettre leur livre au courant des plus récentes acquisitions

de la chimie biologique et de la physiologie, surtout au point de vue du diagnostic médical et de la physiologie de la nutrition. A la fois ouvrage théorique et guide pratique, il rendra grand service aux spécialistes en mettant à leur portee un grand nombre de notions théoriques ou de techniques peu connues dans les laboratoires français. Quant aux étudiants des Facultés des Sciences, de Médecine ou de Pharmacie et surtout aux jeunes chercheurs, nous ne saurions trop les engager à le consulter comme un complément des plus précieux aux ouvrages français qui traitent des applications de la physico-chimie et de la chimie biologique à la médecine. A. B.

La mesure des capacités psychiques chez les enfanfs et les adultes normaux et anormaux. La méthode du Profil psychologique, par Véra Kovarsky, docteur de l'Université de Montpellier. In-8° de 178 pages, avec 19 figures, 8 tableaux et 8 graphiques. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

On sait que M. Rossolimo a imaginé un procédé ingénieux qui permet de reporter sur un même graphique et d'exprimer par une même courbe les résultats d'un diagnostic psychologique basé sur un ensemble bien coordonné de textes. Mlle Kovarsky s'est proposé de faire connaître en France, où ils sont difficilement accessibles, les travaux de Rossolimo et de ses élèves, écrits pour la plupart en russe. Elle donne un exposé clair et précis de la méthode et de ses applications, qui sont nombreuses : estimation des capacités psychiques, étude expérimentale de la personnalité, classement des écoliers, orientation professionnelle, psychiatrie, étude des mentalités collectives, etc... Les tests imaginés par Rossolimo ont le gros avantage de ne pas supposer une instruction étendue et de faire appel aussi peu que possible au langage. Mais il est permis de douter qu'ils puissent, comme on nous le dit, suffire à sélectionner les individus aptes à l'enseignement supérieur. R. T.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Ch. Eberhardt. — Les plantes médicinales. In-16 avec 96 planches en couleurs, 7 planches en noir et 52 figures. (Encyclopédie pratique du naturaliste). Paul Lechevallier, éditeur, Paris. — Prix : 36 francs.

Heywood Sumner, F. I. A. — Excavations in New Forest Roman pottery sites. In-8° de 123 pages avec nombreuses figures et plans. Printed at the Chiswich press, London. — Prix 12 sh. 6 d.

C. de Vesmes. — Histoire du spiritualisme expérimental. In-8° de 684 pages. Meyer, éditeur, 8, rue Copernic, Paris, 16e. — Prix : 35 fr.

Georges Montandon. — Au pays des Aïnou. Exploration anthropologique. In-8° de 240 pages avec 115 figures et 48 planches.

Dr J. P. Bounhiol. — La vie (*Bibliothèque de philosophie scientifique*). In-18 de 250 pages. Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 12 fr.

Gattefossé. — Nouveaux parfums synthétiques. In-8° de 243 pages. Desforges, Girardot et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 35 francs.

H. de Graffigny. — La science à la maison. In-16 de 340 pages avec 98 figures. Desforges, Girardot et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 30 francs.

P. Maurer. — Machinisme et automatisme. In-8° de 180 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

D. J. Héricourt. — Le terrain dans les maladies (*Bibliothèque scientifique*). In-16 de 245 pages. Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

R. Bardin. — Traité pratique sur la construction du moteur à explosions. In-8° de 155 pages avec 65 figures. Desforges, Girardot et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 21 fr.

A. Grousset. — Les moteurs d'embarcations, guide pratique des réparations de moteurs à explosion, raisonnées sur une théorie approchée de ces moteurs. In-8° de 288 pages avec 149 figures. Desforges, Girardot et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 40 francs.

L. Bouthillon et *Goudonnet.* — Cours pratique d'électricité industrielle à l'usage des Ecoles de commerce et d'industrie, des Ecoles professionnelles, des Ecoles primaires supérieures. 1er volume. Lois fondamentales de l'électricité. In-8° de 271 pages avec figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 14 francs.

Labalette. — La perspective rapide dans le dessin industriel. In-4° de 102 pages. Desforges, Girardot et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 18 francs.

Le Florentin. — *Les Parfums.* In-16 de 264 pages avec 16 figures. Desforges, Girardot et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 27 francs.

H. Piéron. — Psychologie expérimentale. In-16 (de la Collection Armand Colin). Colin, éditeur, Paris. — Prix : 9 francs.

J.-B. Pomey. — Cours d'Electricité théorique. T. II. In-8° de 373 pages avec 51 figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 100 francs.

Montel et *Barbotte.* — Leçons sur les Familles normales de fonctions analytiques et leurs applications. In-8° de 306 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 50 fr.

M. Boll et *J. Leroide.* — Précis d'analyse chimique. T. I et II. In-8° de 328 et 500 pages avec figures (T. III en préparation). Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 40 et 72 fr.

G. Mondeil. — Le fluide humain devant la physique révélatrice et la métapsychique objective. In-8° de 668 pages, 42 figures et 1 planche.

Ferraris. — Trattato di patologia et terapia vegetale Parasiti vegetali delle piante coltivate o utili. 3e édition, 2 vol. in-8° de 1263 pages avec 238 figures. Ubrico Hrepli, editore, Milano (Italie). — Prix : 76 lire.

Grouard. — De la résistance de l'air au mouvement des projectiles. In-8° avec 7 figures. Berger-Levrault, éditeur, Paris, Nancy et Strasbourg. — Prix : 6 francs.

Boll et *Féry.* — Physique. Préparation aux Ecoles polytechnique, Normale supérieure, Mines, Ponts et Chaussées, Centrale, Navale, Ecole supérieure d'électricité. T. I et II. In-8° de 160 et 384 pages avec figures. Dounod, éditeur, Paris. — Prix : 58 fr.

Boll et Féry. — Précis de Physique, Préparation à l'Ecole de Physique et Chimie appliquée, Institut agronomique, Instituts techniques, Cours des Facultés. T. I et II. In-8° de 328 et 384 p. avec figures. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 78 fr. 50.

Boll. — Cours de Chimie, 3e édition, mise à jour et réajustée aux nouveaux programmes d'admission aux grandes écoles. In-8° de 572 pages avec 100 figures. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 47 francs.

P. Bunet et *A. Ceytre.* Agenda d'électricité pour 1928. In-8° de 250 pages avec 90 figures. Baillière, éditeur; Paris. — Prix : 15 francs.

Berthoud. — Photochimie. In-8° de 332 pages avec 12 pages avec 12 figures. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 40 fr.

E. Lainé. — Précis d'analyse mathématique à l'usage des candidats au Certificat de Calcul différentiel. T. I et II. In-8° de 232 et 336 pages. Vuibert, éditeur, Paris. — Prix : 70 francs.

Le Gérant : M. Hédan.

Imp. P. et A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 4 — 66e ANNÉE — 25 FÉVRIER 1928

DISCONTINUITÉ DE LA MATIÈRE

par M. Jean PERRIN
Membre de l'Institut
Prix Nobel de Physique

Voici à peu près un quart de siècle que j'ai fait devant « Les Amis de l'Université de Paris », et que j'ai publié dans la *Revue Scientifique*, une conférence sur les *Hypothèses moléculaires* (1).

Elles étaient peu en faveur alors, malgré leur antiquité indéniable, malgré leurs services éclatant en chimie et malgré le succès de la Théorie cinétique des gaz.. Cela sans raisons bien sérieuses, et par suite d'un de ces courants de la mode auxquels même les préoccupations des chercheurs ne restent pas étrangères. Quelques physiciens les défendaient encore, avec beaucoup de réserves, mais les physico-chimistes et les chimistes n'hésitaient pas à proclamer la « Déroute de l'atomisme » et ne voulaient suivre que les méthodes thermodynamiques, où ne se glisse aucune hypothèse sur des propriétés cachées de la Matière.

Aujourd'hui, le renversement des positions est complet, et sans retour possible de l'Histoire. La théorie atomique a décidément triomphé, et c'est pour moi une satisfaction profonde que de l'exposer et de l'écrire là-même où j'avais jadis prédit ce triomphe.

I

Un fluide comme l'air ou l'eau nous semble au premier abord parfaitement homogène et continu ; nous pouvons mettre dans ce verre plus ou moins d'eau, et l'expérience semble nous suggérer que la quantité d'eau qu'il contient peut varier d'une quantité infiniment petite, ce qui revient à dire que l'eau est « indéfiniment divisible ». De même une sphère de verre ou de quartz, un cristal d'alun, nous sont donnés par nos sens comme parfaitement continus, et quand nous voyons, en particulier, ce cristal d'alun s'accroître dans une solution sursaturée, chacun des plans qui limitent le cristal se déplace parallèlement à lui-même de façon continue.

Ceci pourtant ne peut être tenu pour assuré que jusqu'au degré de finesse atteint par le pouvoir séparateur de nos sens, qui, par exemple, ne sauraient certainement pas distinguer, pour une face du cristal, entre deux positions distantes de 1 millionième de millimètre. Au-delà de ce que séparent ainsi nos sens, notre imagination demeure libre, et, dès l'antiquité, avec les philosophes partisans du « plein » ou du « vide », a hésité entre deux hypothèses.

Pour les uns, la Matière reste continue, « pleine », non pas seulement, (comme il est raisonnable et probable), un peu au-delà de ce domaine à notre échelle où nos sens nous la font apparaître comme telle, mais indéfiniment.

Pour les autres, qui furent les premiers atomistes, toute Matière est faite de grains minuscules séparés par des intervalles vides ; sur ces grains mêmes, « atomes » considérés comme éléments indestructibles constitutifs de l'Uni-

(1) *Revue Scientifique*, 13 avril 1901. 4e série, T. XV, page 449.

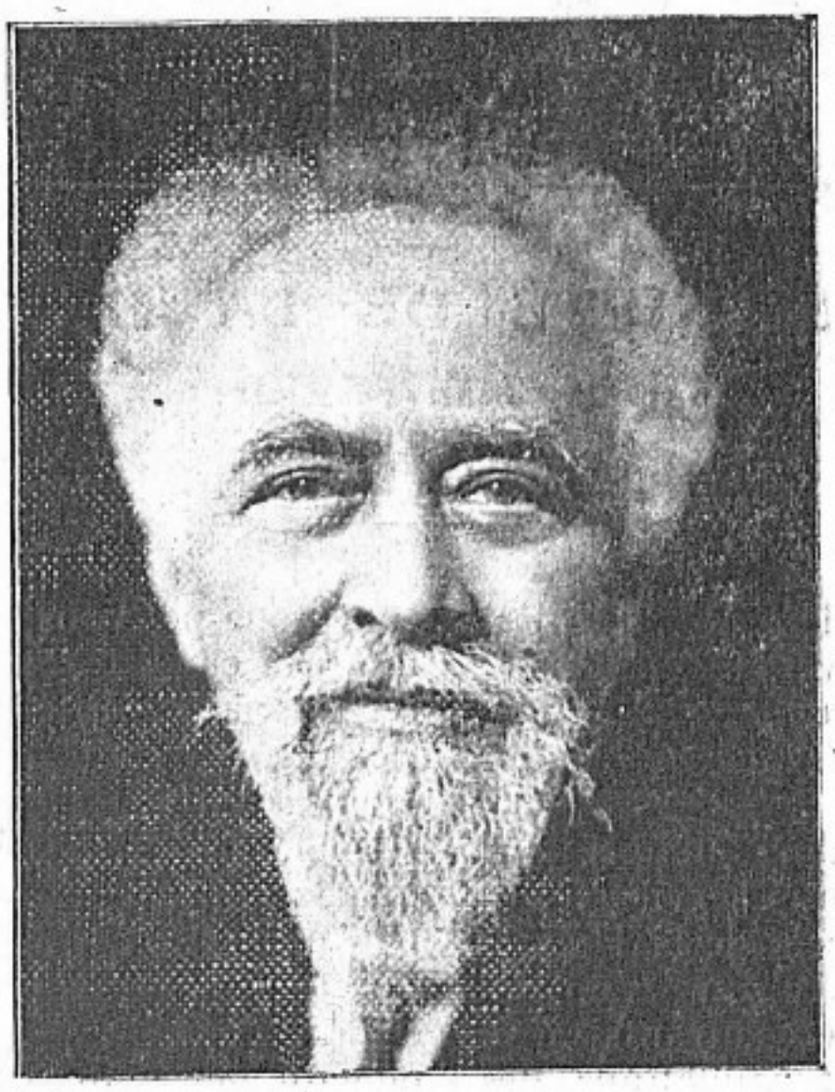
La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

vers, aucune hypothèse de structure n'était formulée.

Enfin, et sans doute de tout temps, mais particulièrement vers la fin du siècle dernier, certains savants ont estimé que, les apparences à notre échelle étant en définitive seules importantes pour nous, il est sans intérêt de rechercher ce qui peut exister dans un domaine inaccessible. Opinion qu'il me semble bien difficile de comprendre, puisque ce qui est inaccessible aujourd'hui peut demain devenir accessible (comme il est arrivé par l'invention du microscope), et aussi parce que des présomptions cohérentes sur ce qui est encore invisible peuvent accroître notre compréhension du visible.

En fait, des raisons de plus en plus nombreuses et fortes sont venues apporter une probabilité croissante, puis en définitive on peut dire la certitude, en faveur de l'hypothèse des atomistes.

C'est d'abord l'observation familière des solutions ; nous disons tous, par exemple, que le sucre et l'eau subsistent dans de l'eau sucrée, bien qu'on ne puisse y distinguer des parties différentes. Et de même nous *reconnaissons*, au simple aspect, du brome dans du chloroforme. Ce qui se comprend si le brome et le chloroforme sont respectivement formés par de très petites particules en mouvement incessant, capables de s'insinuer les unes entre les autres sans perdre leur individualité. Ces particules constitutives élémentaires, ces « molécules » sont probablement de même sorte, comme des objets de série, pour chaque « corps pur » (qui doit résister à l'épreuve du « fractionnement ») ou mieux encore pour chaque *espèce chimique* (l'expérience prouvant qu'il n'existe jamais une suite continue d'espèces chimiques), et nous arrivons à formuler l'hypothèse moléculaire en disant que, pour un grossissement suffisant, un fluide quelconque nous apparaîtrait comme formé de molécules en mouvement incessant, se heurtant donc sans cesse les unes contre les autres, et d'autant de sortes distinctes que l'on peut reconnaître d'espèces chimiques mélangées dans le fluide considéré.



Jean Perrin

Fig. 41

Ces molécules qui subsistent dans les mélanges, ne sont pas indestructibles, puisqu'elles doivent disparaître (ou apparaître) lorsqu'une réaction chimique fait disparaître (ou apparaître) l'espèce chimique qu'elles constituent ; quand un mélange d'hydrogène et d'oxygène explose en donnant de l'eau, il faut bien que les molécules d'hydrogène et d'oxygène aient disparu en même temps que les molécules d'eau apparaissaient. Mais nous savons que la décomposition des espèces chimiques, poussée à outrance, a conduit à définir expérimentalement un petit nombre de « corps simples » que l'on peut toujours retirer, sans changement possible de nature, et sans perte ni gain possible dans la masse, des combinaisons où on les a engagés. Il est bien difficile alors de ne pas supposer que, par exemple, une même substance « existe » dans toutes les espèces chimiques d'où l'on peut retirer le corps simple hydrogène, et traverse, dissimulée mais indestructible, nos diverses réactions. Dalton a supposé, et c'est l'essentiel de l'hypothèse atomique, que cette substance est formée par une sorte déterminée de particules toutes identiques, insécables dans les réactions que nous savons provoquer, et qui pour cette raison seront appelés des *atomes*. Il existe donc un ou plusieurs atomes d'hydrogène dans chaque molécule d'une espèce chimique hydrogénée.

Les lois fondamentales de la Chimie, qui vous sont bien connues et qui sont des lois de discontinuité (discontinuité entre espèces chimiques, et variation discontinue selon des « proportions multiples », dans la composition des espèces qui sont faites avec les mêmes corps simples) deviennent alors intuitives : étant imposées par cette seule condition que la molécule constitutive d'un composé contient un nombre forcément entier d'atomes de chacun des corps simples combinés dans ce composé.

Et je n'a pas à vous apprendre que, si l'on admet que des corps « analogues » (halogénures alcalins par exemple) doivent avoir des formules analogues, la simple analyse chimique donne pour les éléments d'une même « famille », les rapports de poids des atomes ou « poids atomiques » de ces éléments.

Mais pour passer d'une famille à une autre, de l'hydrogène à l'oxygène, par exemple, il a fallu les lois des gaz et l'hypothèse ou loi d'Avogadro, que je rappelle parce qu'elle est à la base de mes recherches : lorsqu'on se trouve dans un de ces cas où l'on connaît les rapports des poids des molécules de deux composés, on constate que des masses proportionnelles à ces poids (et qui doivent donc contenir autant de molécules) occupent à l'état gazeux, des volumes égaux dans les mêmes conditions de température et de pression. C'est-à-dire que, pour ces corps, des nombres égaux de molécules lourdes ou légères, développent à la même température et dans des volumes égaux des pressions égales. Comme c'est la masse d'une molécule et non sa nature qui doit intervenir dans l'effet du choc de la molécule sur la paroi, je vois là une justification (non donnée encore) de la proposition suivante, d'ordinaire énoncée directement comme postulat, ou hypothèse, d'Avogadro :

Les masses gazeuses qui à la même température et sous la même pression, emplissent des volumes égaux, contiennent toutes autant de molécules.

Ces masses « équimoléculaires » sont fixées, pour les diverses espèces chimiques, dès que l'une a été choisie. On les appelle « molécules-gramme » quand ce sont les masses qui, dans l'état gazeux, occupent à une même température et sous une même pression, même volume que 32 grammes d'oxygène. Le nombre N des molécules qui constituent une molécule-gramme quelconque est le « Nombre d'Avogadro ». La molécule-gramme d'un composé contient, pour chaque corps simple, autant d'atomes-gramme que la molécule contient d'atomes de ce corps simple, et l'atome-gramme est le produit de l'atome par le Nombre N d'Avogadro.

Bref, si molécules et atomes existent, leurs poids relatifs nous sont connus et leurs poids absolus seraient connus en même temps que le Nombre d'Avogadro.

Vous savez encore comment on a supposé, notamment pour comprendre les substitutions, que les atomes d'une molécule sont assemblés par des « valences » dont chacune unit seulement deux atomes, sorte de verrouillage assemblant rigidement deux barres ou saillies préexistant sur les deux atomes. C'est là une précision nouvelle apportée à la notion de l'atome : mais une fois cette nouvelle hypothèse admise, les formules structurales peuvent être déterminées pour un nombre immense de composés, et avec tant de succès en ce qui regarde la prévision des propriétés, qu'on a pu dire que les quelques centaines de milliers de formules structurales établies par les organiciens constituent autant d'arguments en faveur de la théorie atomique.

Ces brillants succès ne nous donnent au reste rien sur les poids absolus des atomes. S'ils devenaient tous en même temps mille fois plus petits, un milliard de fois plus petits, infiniment petits au sens mathématique du mot, la Matière redevenant en somme alors continue à tout grossissement, nos lois chimiques et nos formules ne seraient pas changées, et la notion d'atome, refoulée infiniment au-delà de toute atteinte expérimentale, perdrait de son intérêt et de sa réalité.

On remarquera que les lois de la cristallographie, qui sont des lois de discontinuité comme les lois fondamentales de la chimie, conduisent à des considérations analogues en ce qui regarde les dimensions d'une cellule élémentaire qui, répétée périodiquement selon les trois dimensions d'un réseau parallélipipédique, doit constituer le cristal, homogène en apparence à notre échelle. C'est seulement ainsi que l'on peut comprendre comment les symétries des cristaux sont uniquement celles des systèmes réticulaires (par exemple jamais d'axes de symétrie d'ordre 5), et s'expliquer d'autre part la loi des indices rationnels, (sorte de lois de proportions multiples décrivant quelles discontinuités séparent les faces possibles), loi qui impose des rapports définis aux trois dimensions du parallélipipède élémentaire. Ici encore le grain de la matière pourrait devenir infiniment petit sans que les lois fussent changées.

Bref, il fallait, pour établir véritablement la Théorie atomique, atteindre les poids et les dimensions des atomes et non pas seulement leurs rapports.

C'est ce qui a d'abord été tenté, avec déjà un succès remarquable, voilà 50 ans environ, par les physiciens qui ont créé la « *Théorie cinétique des gaz* », en supposant que les gaz sont faits de molécules élastiques en moyenne assez écartées les unes des autres pour que, entre deux chocs, chaque molécule se meuve en ligne droite, la durée d'un choc étant négligeable par rapport à celle de ce « libre parcours ».

Si de plus on admet que la pression d'un gaz sur une paroi est uniquement due aux chocs des molécules contre cette paroi, et si l'on écrit que par suite cette pression (connue) doit être numériquement égale à l'impulsion exercée perpendiculairement à la paroi par les molécules qui heurtent l'unité de surface pendant l'unité de temps, on obtient une équation qui fait connaître la « *vitesse moyenne* » des molécules du gaz.

On sait d'autre part que si, en regard d'un

plan fixe situé dans un gaz, on fait glisser parallèlement, à la distance D, un autre plan rigide avec une vitesse constante V, chaque couche intermédiaire est entraînée avec une vitesse égale à V.d/D et que plan fixe et plan mobile sont tirés en sens inverses par des forces égales (pour l'unité de surface) au produit du gradient de vitesse V/D par un facteur fixé pour chaque gaz et qui mesure la « viscosité » de ce gaz (à la température de l'expérience). Cela se comprend aisément dans la théorie cinétique : l'unité de surface du plan fixe est tirée dans le sens du mouvement par une force numériquement égale à l'excès total d'impulsion reçu dans ce sens, excès proportionnel au nombre des molécules heurtantes (c'est-à-dire et à la densité, et à cette vitesse moléculaire moyenne que nous savons déterminer), et proportionnel à l'excès moyen d'impulsion de chaque molécule heurtante ; cet excès moyen individuel est lui-même proportionnel à la distance de la couche à laquelle appartenait la molécule au moment du choc précédent, et par suite au « libre parcours moyen ». On conçoit ainsi comment Maxwell a pu, de la détermination expérimentale de la viscosité, déduire ce *libre parcours moyen*.

Or, comme l'a observé Clausius, les molécules sont d'autant plus petites que le libre parcours moyen (maintenant connu) est plus grand (réduites à des points, les molécules ne se heurteraient jamais). Et l'on conçoit ainsi que la connaissance du libre parcours permet de calculer la « surface totale » des molécules qui forment une masse donnée de gaz. Le « volume total » de ces mêmes molécules est probablement peu différent du volume occupé par cette masse quand elle est solidifiée. D'où enfin, par deux équations évidentes, on déduit et le nombre et le diamètre des molécules qui constituent disons une molécule-gramme du gaz.

Les diamètres ainsi trouvés sont, suivant les gaz étudiés, échelonnés entre 2 et 5 dix-millionièmes de millimètre ; et les valeurs trouvées pour le « Nombre d'Avogadro » sont comprises entre 40.10^{22} et 120.10^{22}. L'incertitude est largement de 100 %, et par suite de l'imprécision de certaines mesures, et surtout parce qu'on a fait, pour simplifier les calculs, des hypothèses qui ne peuvent être qu'approchées. Mais l'ordre de grandeur est atteint : un atome se perd en notre corps à peu près comme celui-ci se perdrait dans le Soleil.

La suite des raisonnements que je viens de résumer mérite notre profonde admiration ; ils n'avaient pas suffi, pourtant, à entraîner la conviction, en raison sans doute de l'incertitude qui malgré tout subsistait non seulement dans les hypothèses simplificatrices (sphéricité des molécules par exemple), mais dans les hypothèses mêmes qui sont à la base des raisonnements. Cette conviction naîtra sans doute si des chemins entièrement différents nous conduisent aux mêmes valeurs pour les grandeurs moléculaires.

II

Le mouvement brownien.

Considérons un fluide en équilibre : l'eau contenue dans un verre par exemple. Elle nous paraît homogène et continue, et immobile en toutes ses parties. Si nous y plaçons un objet plus dense, il tombe, et nous savons bien qu'une fois arrivé au fond du verre, il y reste, et ne s'avise pas de remonter « tout seul ».

Nous aurions pu observer cette eau, avant qu'elle fût en équilibre et pour voir comment elle y parvient, au moment où nous emplissons ce verre : alors nous aurions pu voir (en observant des poussières indicatrices visibles, exprès mélangées à l'eau) que le mouvement des diverses parties de l'eau, d'abord coordonné en mouvements parallèles, se décoordonnait de plus en plus, se disséminant en tous sens entre parties de plus en plus petites, jusqu'à ce que le tout paraisse complètement immobile (rien ne nous empêchant encore de supposer que cette dissémination se poursuit sans limite).

Il est bien remarquable que ces notions si familières deviennent fausses à l'échelle des observations que nous permet le microscope : toute particule microscopique placée dans l'eau (ou dans un fluide quelconque), au lieu de tomber régulièrement, manifeste une agitation continuelle et parfaitement régulière. Elle va et vient, en tournoyant, monte, descend, remonte encore, sans tendre aucunement vers le repos, et en gardant indéfiniment le même état moyen d'agitation. Ce phénomène prévu par Lucrèce, entrevu par Buffon, établi avec certitude par Brown, constitue le « mouvement brownien ».

La nature des grains n'importe pas, mais un grain s'agite d'autant plus violemment qu'il est plus petit. Il y a, de plus, indépendance complète entre les mouvements de deux grains, même très voisins, ce qui exclut l'hypothèse de convection d'ensemble dues à des secousses ou à des différences de température. On est, en définitive, forcé de penser que chaque grain ne fait que suivre la portion de fluide qui l'entoure, à la façon d'une bouée indicatrice qui indique et analyse le mouvement d'autant mieux qu'elle est plus petite : un bouchon suit plus fidèlement qu'un cuirassé le mouvement de la mer.

Nous atteignons par là une propriété essentielle de ce qu'on appelle un fluide en équilibre : son repos n'est qu'une illusion due à l'imperfection de nos sens, et ce que nous appelons

équilibre est un certain régime permanent, bien déterminé, d'agitation parfaitement irrégulière. C'est là un fait expérimental auquel ne se mêle aucune hypothèse.

Puisque cette agitation demeure en moyenne constante (on saura préciser cette « impression » par des mesures), c'est que, au contraire de ce que nous suggéraient les observations faites à notre échelle, le mouvement possédé par une partie du fluide ne se dissémine pas sans limite en tous sens entre des parties de plus en plus petites ; cette dissémination ne dépasse pas une certaine limite, pour laquelle il se coordonne à chaque instant autant de mouvement qu'il s'en décoordonne.

Cela s'explique si le fluide est fait de grains élastiques et je ne vois pas qu'on puisse le comprendre avec une structure continue. De plus, on conçoit que pour une particule observable donnée, l'agitation doit être d'autant plus forte que les molécules sont plus grosses : l'importance du mouvement brownien nous permettra donc probablement de calculer les grandeurs moléculaires (1).

Bref, le mouvement brownien (réalité expérimentale), nous ramène à l'hypothèse des molécules ; et nous concevons bien alors que toute particule située dans un fluide, sans cesse heurtée par les molécules voisines, en reçoit des impulsions qui, dans leur ensemble ont d'autant moins de chances de s'équilibrer que la particule est plus petite, en sorte que cette particule doit être irrégulièrement ballottée.

Ceci s'applique à des particules absolument quelconques. Si l'on a pu mettre en suspension dans un fluide un grand nombre de particules toutes de même nature, on dit qu'on a réalisé une « émulsion ». Cette émulsion est stable si les particules en suspension ne s'agglutinent pas quand les hasards du mouvement brownien les amène au contact, et si elles rentrent dans le liquide quand ces hasards les amènent contre les parois ou à la surface. Une telle émulsion stable est à ce double point de vue comparable à une solution. C'est précisément en poursuivant cette analogie que j'ai pu obtenir une détermination simple des grandeurs moléculaires.

III

Extension des lois des gaz aux émulsions stables

Je dois rappeler tout d'abord comment les lois des gaz et particulièrement la loi d'Avogadro avaient pu être, grâce à Van't Hoff reconnues applicables aux solutions étendues.

La pression qu'exerce un gaz sur les parois qui limitent son expansion devient, pour une matière dissoute, la « pression osmotique » exercée sur les parois « semi-perméables » qui laissent passer le solvant, mais arrêtent cette matière dissoute. Telle une membrane de ferrocyanure de cuivre séparant de l'eau sucrée d'avec de l'eau pure.

Les mesures de Pfeffer montrent qu'en effet, alors, l'équilibre n'existe que lorsqu'une certaine surpression est réalisée du côté où se trouve le sucre, et Van't Hoff a fait remarquer que la valeur de cette surpression ou pression osmotique est précisément celle de la pression qui serait exercée, conformément à la loi d'Avogadro, sur la paroi du récipient qui contient l'eau sucrée, si le sucre qui s'y trouve contenu pouvait occuper seul et dans l'état gazeux ce récipient. Il est dès lors probable qu'il en va de même pour toute substance dissoute, mais nous n'avons même pas besoin de rappeler le raisonnement thermodynamique par lequel Van't Hoff a justifié cette généralisation, ni de faire d'autres mesures de pression osmotique : Arrhenius a en effet montré que toute substance qui vérifie en solution, par sa température de congélation et sa tension de vapeur, les lois si connues de Raoult, exerce nécessairement de ce fait la pression prévue par Van't Hoff sur toute paroi qui l'arrête sans arrêter le solvant. Bref, les lois de Raoult, établies par un très grand nombre de mesures, sont logiquement équivalentes à la loi de Van't Hoff, qui consiste dans l'extension de la loi d'Avogadro aux solutions, et nous pouvons maintenant dire :

Des nombres égaux de molécules, de n'importe quelle sorte, dans l'état gazeux ou dissous, exercent à la même température, et dans des volumes égaux, des pressions égales sur les parois qui les arrêtent.

Cette loi s'applique également aux molécules lourdes ou légères, en sorte que par exemple, la molécule de quinine qui contient plus de cent atomes, ne compte ni plus ni moins quand elle heurte la paroi, que ne fait la molécule légère d'hydrogène qui en contient deux.

Je me suis dit que peut-être sa validité subsistait pour les émulsions stables à granules visibles, en sorte que chacun de ces granules qu'agite le mouvement brownien, compte comme une molécule quand il vient heurter une paroi.

Supposons alors que nous puissions mesurer la pression osmotique produite, en conséquence de leur mouvement brownien par des granules égaux, contre un élément d'une paroi qui les arrête et laisse passer l'eau (disons du papier buvard). Supposons de plus que nous pouvons compter ces grains, au voisinage immédiat de

(1) De même, le fait qu'il existe un rayonnement isotherme défini pour chaque température, et que même une température soit définissable sans que l'énergie présente sous forme de radiation glisse continuellement vers des couleurs de longueurs d'onde sans cesse plus petites, exige une structure discontinue (Plank).

l'élément de paroi, c'est-à-dire que nous connaissons la « richesse » en grains par unité de volume, près de cet élément de paroi. Ce nombre n mesure aussi bien la richesse en molécules dans un gaz quelconque (disons de l'hydrogène) qui exercerait la même pression sur les parois du récipient où il serait enfermé. Si, par exemple, la pression osmotique mesurée est le cent-millionième d'une barye, nous saurons que le centimètre cube d'hydrogène dans les conditions normales (pression égale à un million de baryes) contient 100 millions de millions de fois n molécules (10^{14} n). Et la molécule-gramme (22.412 c.c. dans l'état gazeux sous les conditions normales) contiendra 22.412 fois plus de molécules : ce sera le *Nombre d'Avogadro*.

Cel est très simple ; mais comment mesurer la pression osmotique, prodigieusement faible, qu'exerce une émulsion ?

En fait, cela ne sera pas nécessaire, pas plus, ainsi que nous venons de l'expliquer, qu'il ne l'est de mesurer la pression osmotique d'une solution pour s'assurer que cette solution obéit aux lois des gaz. Et il va nous suffire d'établir, pour les émulsions, une propriété expérimentalement accessible, qui soit logiquement équivalente aux lois des gaz.

J'ai trouvé une telle propriété (1908) en étendant aux émulsions ce fait qui est qualitativement bien connu, que dans une colonne verticale d'un gaz en équilibre la densité décroît quand l'altitude croît.

Loi de répartition verticale d'une émulsion.

Nous savons tous que l'air est plus raréfié au sommet d'une montagne qu'au niveau de la mer, et de façon générale il faut bien que la pression de l'air diminue quand on s'élève, puisqu'alors cette pression n'a plus à soutenir qu'une portion plus faible de cette atmosphère que son poids applique contre la terre.

Précisant avec Laplace ce raisonnement un peu vague, nous dirons que chaque tranche horizontale d'un gaz en équilibre dans un grand corps de pompe vertical resterait en équilibre si on l'emprisonnait entre deux pistons rigides (ne permettant plus l'échange de molécules entre cette tranche et les tranches voisines du gaz), piston exerçant respectivement les pressions qui régnaient sur la face inférieure et sur la face supérieure de la tranche ; en sorte que, par unité de surface, la différence de ces pressions est égale au poids du gaz soutenu. C'est-à-dire que si l'épaisseur dh de la tranche est assez petite pour que la richesse en molécules près de la face supérieure diffère peu de la richesse n près de la face inférieure, la différence dp des pressions sur les deux faces sera égale à

$$dp = n\omega dh$$

désignant par ω le poids d'une molécule.

Cette équation très simple exprime deux faits importants : d'abord, comme la richesse n en molécules est, pour chaque température donnée, proportionnelle à la pression p, nous voyons que pour une colonne d'un gaz donné (ω donné) et de température uniforme, la diminution relative de pression dp/p ou aussi bien la diminution relative de richesse dn/n dont on peut dire qu'elle mesure la raréfaction, prend toujours une même valeur pour une même différence dh de niveau, à quelque niveau qu'on se trouve. Par exemple, dans l'air, chaque fois que vous montez une marche d'escalier, la pression (ou la richesse en molécules) diminue de un quarante-millième de sa valeur. Ajoutant ces effets marche par marche, nous voyons que, à quelque niveau que nous nous trouvions d'abord, chaque fois que nous nous élèverons d'une même hauteur, dans de l'air à une température uniforme, la pression (ou la densité), se trouvera divisée par un même nombre ; par exemple, dans de l'oxygène à 0°, la raréfaction doublera pour chaque élévation de 5 kilomètres.

L'autre fait qui se lit immédiatement sur notre équation se rapporte au poids ω de la molécule ; pour une même valeur dh de niveau, la raréfaction dp/p ou dn/n varie en raison inverse du poids de la molécule. Ajoutant ici encore les effets marche par marche, nous voyons que, dans deux gaz différents à la même température, les élévations qui s'accompagnent d'une même raréfaction sont en raison inverse des poids moléculaires. Par exemple, comme nous savons que la molécule d'oxygène doit peser (si elle existe, et d'après les lois plus haut résumées) 16 fois plus que la molécule d'hydrogène, il faut s'élever 16 fois plus dans l'hydrogène que dans l'oxygène, c'est-à-dire de 80 kilomètres, pour que la raréfaction double.

Vous pouvez vous rendre compte de l'influence de l'altitude, et de celle du poids moléculaire, sur la raréfaction en regardant cette figure schématique où j'ai dessiné trois éprouvettes verticales gigantesques (la plus haute a 300 kilomètres) contenant, en même nombre, des molécules d'hydrogène, des molécules d'hélium, et des molécules d'oxygène. A température uniforme, les molécules se répartiraient comme l'indique la figure, d'autant plus nombreuses près du fond qu'elles sont plus lourdes (fig. 42).

Admettons maintenant que la loi d'Avogadro vaut pour les émulsions comme pour les gaz.

Nous supposons donc réalisée une émulsion stable faite de grains égaux, abandonnée à elle-même à température constante sous la seule influence de la pesanteur. Nous pouvons répéter le raisonnement précédent, sans autre changement que celui qui résulte de ce que l'espace intergranulaire, au lieu d'être le vide, est un li-

quide qui exerce sur chaque grain, en sens inverse de la pesanteur, une poussée conforme au principe d'Archimède. En sorte que le poids efficace ϖ du grain, auquel s'applique ce raisonnement, est son poids réel diminué de cette poussée.

Si alors notre généralisation est justifiée, l'émulsion une fois en équilibre, réalisera *une atmosphère en miniature à molécules visibles*, ou des élévations égales s'accompagneront de raréfactions égales. Mais, si par exemple, il faut s'élever un milliard de fois moins dans l'émulsion que dans l'oxygène pour doubler la raréfaction, c'est que le poids efficace du grain

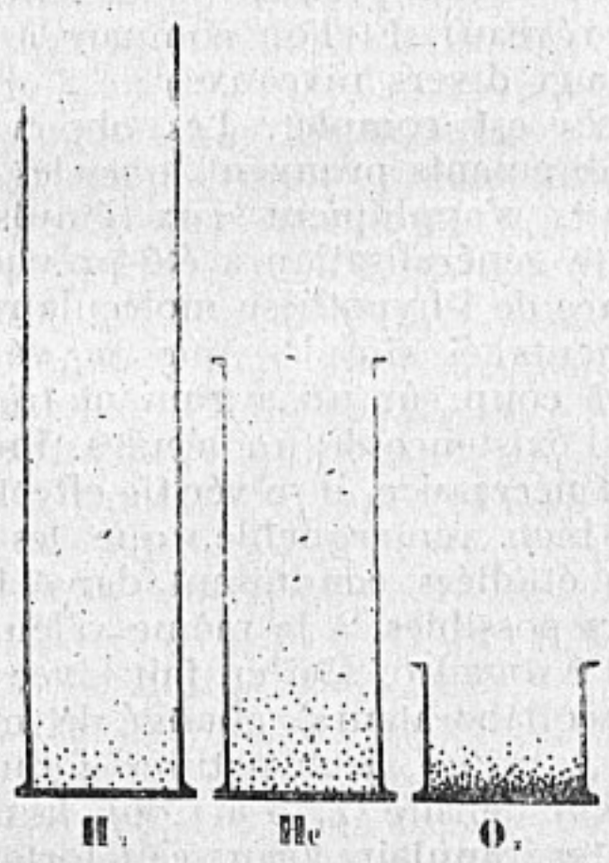


Fig. 42

vaut un milliard de fois celui de la molécule d'oxygène. Il suffira donc de déterminer le poids efficace du grain visible (formant relais entre les grandeurs à notre échelle et les grandeurs moléculaires) pour obtenir par une simple proportion le poids d'une molécule quelconque et par suite le Nombre d'Avogadro.

C'est dans ce sens que j'ai conduit et pu réussir mes expériences.

J'ai d'abord préparé des émulsions stables, faites de sphères solides (vitreuses), de diverses résines, en suspension dans un liquide (généralement de l'eau). On y arrive en dissolvant la résine dans l'alcool, et en ajoutant à cette solution limpide une grande quantité d'eau. La résine, tout à fait insoluble dans l'eau, se précipite alors en sphérules microscopiques de toutes tailles. Une centrifugation prolongée, analogue à celles par lesquelles on sépare les globules rouges du sérum du sang, permet de rassembler ces granules sous forme de dépôt consistant, qui se délite de nouveau en émulsion stable de sphérules distinctes quand on l'agite dans de l'eau pure après avoir jeté l'eau alcoolisée qui surnageait.

Il fallait alors, à partir d'une émulsion où les grains sont de tailles très différentes, réussir à trier ces grains selon leur diamètre, de manière à réaliser des émulsions « uniformes » (faites de grains égaux). Le procédé que j'ai employé peut se comparer à la distillation fractionnée : de même que, pendant une distillation, les fractions qui passent les premières sont plus riches en constituants les plus volatils, de même pendant une centrifugation d'émulsion « pure » (sphérules de même substance), les parties d'abord sédimentées sont plus riches en gros grains, et il y a là un moyen de séparer les grains selon leur taille, en procédant suivant des règles qu'il serait sans intérêt de donner ici. Il faut, au reste, être patient : j'ai traité dans mon fractionnement le plus soigné 1 kg. de gomme gutte pour obtenir après quelques mois d'opérations journalières une fraction contenant quelques décigrammes de grains dont le diamètre (environ 3/4 de millième de millimètre) était sensiblement égal à celui que j'avais désiré obtenir.

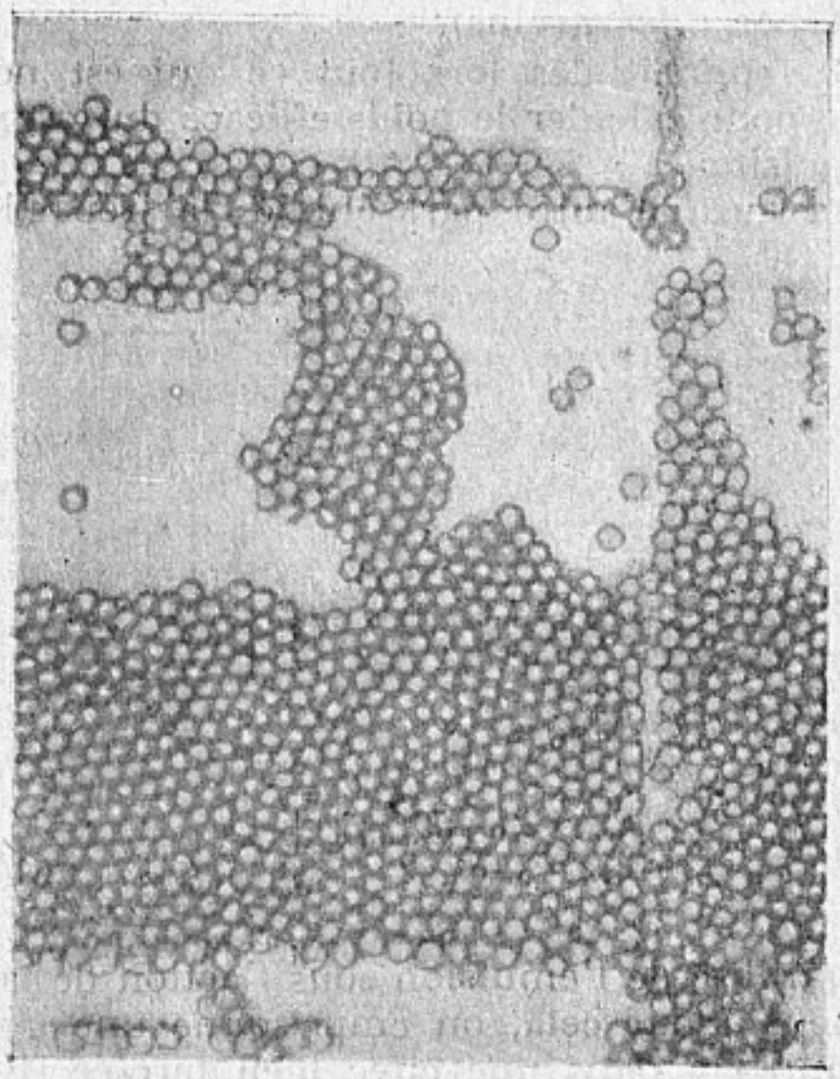


Fig. 43

Si on laisse évaporer sur le porte-objet d'un microscope une gouttelette d'émulsion très diluée faite avec de tels grains égaux, on voit, quand l'évaporation est presque terminée, (et sans doute par suite d'actions capillaires), les grains courir et se rassembler en rangées régu-

lières, comme se rangent des boulets dans une tranche horizontale d'nne pile de boulets.

Vous vous en rendez compte d'après la figure 43. Et vous comprenez comment on peut d'un coup s'assurer du succès de la centrifugation et mesurer le diamètre moyen du grain de l'émulsion. (D'autres procédés sont d'ailleurs possibles).

On détermine d'autre part sans difficulté la densité du verre qui constitue les sphérules (plusieurs procédés : le plus correct consiste à suspendre les grains dans une solution juste assez dense pour que la centrifugation ne puisse en séparer les grains).

On connaît dès lors tout ce qui est nécessaire pour calculer le poids efficace du grain de l'émulsion.

On aura d'autre part étudié la répartition

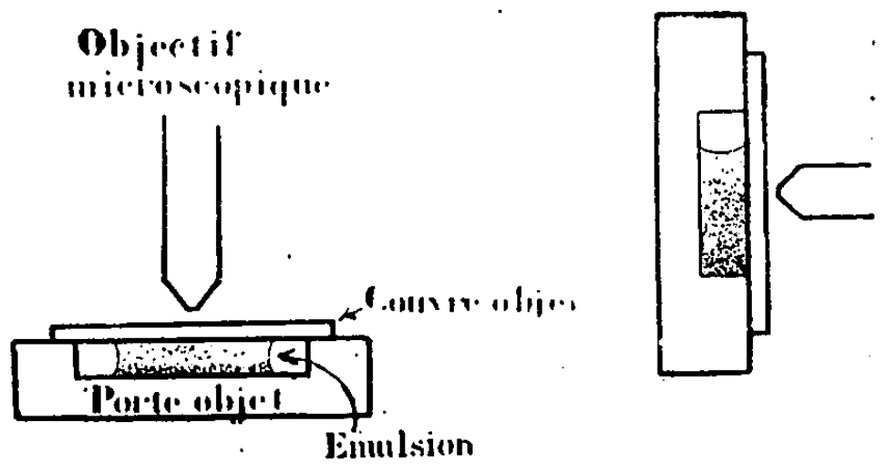


Fig. 44

d'équilibre de l'émulsion sous l'action de la pesanteur. Pour cela, on emprisonne une goutte d'émulsion dans une cuve bien fermée (l'évaporation doit être impossible) disposée pour l'observation microscopique. La répartition des grains y est d'abord uniforme, mais on constate que les grains s'accumulent progressivement dans les couches inférieures, jusqu'à ce qu'une répartition limite s'établisse avec affaissement ou expansion reversible suivant que l'on abaisse ou que l'on élève la température. Deux façons d'observer sont d'ailleurs applicables, indiquées dans la figure 44. Dans l'une (microscope horizontal), on saisit d'un coup la raréfaction de l'émulsion avec la hauteur des photographies instantanées permettant les dénombrements, et l'aspect d'atmosphère en miniature est extrêmement frappant. Mais il est alors difficile de donner à l'émulsion une hauteur inférieure disons à un millimètre, et la durée nécessaire à l'établissement du régime permanent devient grande (plusieurs jours), ce qui entraîne des complications et des difficultés.

Dans l'autre façon d'observer, le microscope est vertical, et l'émulsion emprisonnée entre porte-objet et couvre-objet n'a plus qu'une épaisseur de l'ordre du dixième de millimètre. On prend un objectif à fort grossissement et faible profondeur de foyer, de façon qu'on voit nettement une couche horizontale très mince d'émulsion (de l'ordre de 2 microns) dont on prend une photographie instantanée. On a ainsi la richesse à un certain niveau, (comme un aéronaute pourrait prendre la densité de l'air à chaque niveau). Et l'on compare à loisir les richesses aux divers niveaux.

Le succès est complet. Les observations et les dénombrements prouvent que les lois des gaz parfaits s'appliquent aux émulsions diluées. Cette généralisation a été prévue comme conséquence de l'hypothèse moléculaire par des raisonnements si simples que sa vérification constitue à coup sûr un argument très fort en faveur de l'existence des molécules. En particulier il était nécessaire, il se vérifie effectivement, et il est bien remarquable, que les diverses émulsions étudiées conduisent dans la limite des erreurs possibles, à la même valeur pour le Nombre d'Avogadro. J'ai en fait (avec l'aide de plusieurs collaborateurs) changé la masse des grains (de 1 à 50), leur nature (gomme-gutte, mastic), leur densité (1,20 à 1,06), la nature du liquide intergranulaire (eau, eau fortement sucrée, glycérine dans les couches supérieures de laquelle les grains de mastic, plus légers, venaient s'accumuler), et enfin j'ai changé la température, de $-9°$ à $+60°$. Mes mesures les plus soignées, faites avec une émulsion pour laquelle chaque élévation de 6 microns doublait la raréfaction, donnent pour N la valeur 68.10^{22}.

La précision de telles déterminations, jusqu'ici de quelques centièmes, peut certainement être augmentée ; il n'en est pas de même pour les valeurs tirées de la théorie cinétique des gaz, car ici le perfectionnement dans les mesures ne diminuerait pas les incertitudes qui tiennent aux hypothèses simplificatrices introduites pour faciliter les calculs.

(*A suivre*).

LES GRAVURES RUPESTRES DU DJEBEL OUENAT

par S.A.S. le Prince KEMAL El DINE

Description par M. H. BREUIL

Professeur à l'Institut de Paléontologie humaine

Le Djebel Ouenat est un petit massif montagneux de 1.500 km² situé dans la partie centrale du désert lybique, par 22° de latitude nord et 25° de longitude est de Greenwich.

Il est formé par l'émergence d'une masse cristalline qui a soulevé les couches de grés de Nubie à plus de 1.400 m. au-dessus du niveau de la plaine.

Les granits ou gneiss se rencontrent dans la partie occidentale du massif et présentent, jusqu'aux sommets, l'aspect d'amoncellements cyclopéens de blocs aux formes arrondies par une desquamation due aux agents atmosphériques.

La partie orientale, constituée par les grès soulevés, est formée de terrasses successives assez fortement inclinées vers le nord-est et profondément ravinées. C'est là que se trouvent les plus hauts sommets : le point culminant atteint 1.907 m. d'altitude, la plaine environnante est à l'altitude moyenne de 550 mètres.

L'ensemble du massif est découpé dans tous les sens par de profondes vallées, nommées « karkour » dans le vocable indigène, qui témoignent d'une érosion torrentielle intense remontant à une époque relativement récente.

Mais, alors que dans la partie cristalline, les pentes sont formées par l'écroulement naturel des blocs de granit, dans la partie grèseuse, au contraire, les escarpements, avec leurs éboulis, alternent avec les terrasses, parfois réduites à des crêtes aiguës et les « karkour » sont limités par des rives taillées à pic.

Les karkour, surtout dans la région grèseuse, sont d'un accès très facile ; leur fond, sous le régime désertique actuel, est encombré par une arène d'où émergent une végétation herbacée ou arbustive peu dense (« tarfa » ou *Tamarix mannifera* ; « had » ou *Cornulaca monochanta* ; « echb » ou *Leptichlora bipinnata*) et des (« talh » *Acacia sayal*) parfois de fort belle taille, qui abondent surtout dans le karkour talh.

Les sources, dont nous en connaissons huit, sont toutes, à l'exception d'une seule, près de l'origine des karkour, c'est-à-dire assez loin dans l'intérieur du massif. Ce ne sont plus aujourd'hui que de simples poches d'eau d'infiltration, dont le contenu dépend de l'abondance des pluies.

L'homme primitif a habité ces karkour, qui lui offraient l'eau, l'abri de leurs parois abruptes dans lesquelles l'érosion a creusé de nombreuses excavations, et le gibier attiré par leur végétation.

Dans le karkour Talh, l'une des plus importantes vallées débouchant au nord du massif, il a laissé, sous forme de dessins rupestres, des traces intéressantes de ses conceptions artistiques.

D'autres dessins m'ont également été signalés dans le karkour Ibrahim et dans le karkour Hamid. Ces dessins sont connus des indigènes ; ceux du karkour Talh furent indiqués à Ahmed Hassanein Bey, qui les visita en 1923, au cours de son voyage au Darfor (1) et en photographia un certain nombre.

Au cours de mon expédition de 1924-1925 dans le désert de Lybie, je suis passé au Djebel Ouenat et y suis revenu en 1926 lors de mon expédition au puits de Sarra.

Les photographies reproduites dans cet article ont été prises pendant ces deux voyages, dans le karkour Talh.

Tous les dessins connus sont gravés sur les parois de la rive droite du karkour.

Dans les photographies reproduites dans cet article, l'on peut reconnaître :

Fig. 53. — Le Mouflon (*Ammotragus lervia*) qui habite encore de nos jours le Djebel Ouenat.

Fig. 55 et 56 (à gauche). — Un animal aux cornes ramifiées qui ne peut être qu'un cervidé. (Les antilopes n'ont jamais les cornes ramifiées) Un seul cervidé est aujourd'hui connu en Afrique, le *Cervus elaphus barbarus*, qui habite certains massifs forestiers de l'Afrique du Nord, notamment le Fedja, en Tunisie.

Fig. 50 et 56. — Le bœuf domestique Nour. Habitat actuel : le Bahr el Ghazal.

Fig. 51 et 53. — Un cervidé aux cornes ramifiées à la base, *vers l'avant*, animal se rapprochant du Caribou, (Habitat actuel : Amérique du Nord, Sibérie, Scandinavie, Spitzberg) ou du *Cervus rucervus Eldi*, animal aujourd'hui asiatique (Assam, Cambodge, Birma).

Fig. 46 et 57. — La girafe (*Giraffa amelopardalis*) et l'autruche, dont l'habitat est aujourd'hui reporté à environ 800 km. vers le sud.

Nous avons maintes fois rencontré dans le désert, à cette latitude, des fragments d'œufs d'autruche, et même des œufs entiers, mais ces

(1) A. Hassanein Bey. *The lost cases*. Londres, 1924.

œufs peuvent fort bien avoir été apportés là par des nomades ; il y a toutefois certitude que l'autruche ait autrefois habité cette région.

Fig. 49. — L'autruche et le mouflon ;

Fig. 54. — Le bœuf domestique Nour ;

Fig. 54. — L'autruche et le bœuf domestique Nour.

Il est à noter que la représentation du chameau sur les fig. 50 et 56 paraît être tout à fait contemporaine, ainsi qu'en atteste la couleur vive et fraîche du grès mis à nu dans ces deux dessins, alors que les autres gravures présentent un ton mat et une patine accentuée. On peut en conclure que ce ne sont là qu'œuvres récentes et maladroites de quelque nomade en mal d'imitation.

En pénétrant un peu plus avant dans le karkour Talh, j'ai découvert, sur la rive gauche, au fond d'une excavation naturelle peu profonde, dans la paroi rocheuse, une peinture à l'ocre rouge foncé sur fond rose (teinte naturelle du grès) en très bon état de conservation (antilopes ou girafes indéfinissables).

Nous n'avons pas trouvé de silex taillés dans le Djebel Ouenat, mais nous avons été plus heureux dans d'autres parties du désert libyque, notamment à Abou Ballas, près de deux beaux dessins rupestres que j'ai signalés dans une précédente publication (1).

Descriptions des gravures

En comparant entre eux les divers éléments graphiques d'Ouenat, on aboutit aux résultats suivants :

I. — La couche la plus ancienne est du même style, exactement, que les meilleures gravures rupestres du Sud de l'Afrique. Il est impossible de distinguer les Girafes et Autruches des deux groupes, d'un style naturaliste fort remarquable. Celles-ci sont, d'après les plus récents travaux, d'un âge géologique assez reculé, associées à des outils volumineux de pierre taillée, fort antérieurs à l'industrie microlithique des Strand-loopers et des Bushmens proprement dits. Il est donc vraisemblable que ce premier stock appartient à une civilisation de chasseurs arrivée au stade du Paléolithique supérieure. Les gravures rupestres Sud-Oranaises et du Sahara français sont toutes différentes et représentent un autre groupe ethnique.

II. — De rares dessins piquetés, très grossiers, Dromadaires montés ou non, les figures 50 et 56 et peut-être quelques autres figures de Chiens appartiennent à des temps peu anciens ou tout-à-fait modernes.

III. — Une silhouette humaine de profil du plus pur style égyptien est gravée et non piquetée ; elle se rattache assurément à l'ère dynastique, mais il n'est pas difficile d'en trouver des exemples sur des objets se rapportant à une date considérée comme antérieure au quatrième millénaire avant l'ère et peut-être beaucoup plus (1). La chasse lybienne peut être contemporaine de la Vache allaitant son veau.

IV. — Le Chameau incisé, figure 61, seul de sa catégorie, semble trop patiné pour être récent. Capart, (*Loc. cit.*, p. 182) mentionne deux têtes de Chameau de terre cuite d'Abydos et d'Hiéraconpolis, mais il reconnaît que cet animal disparut ensuite jusqu'à une période très avancée de l'histoire.

V. — L'ensemble qui demeure, bien que certainement susceptible d'un certain nombre de divisions secondaires, est un tout dont les techniques passent de l'une à l'autre, et dont les motifs varient assez peu. Les rares superpositions que j'ai notées au passage, ne sont peut-être pas suffisantes pour tirer des conclusions fermes sur les phases de cet art. On pourrait peut-être admettre, à titre provisoire, deux groupes probablement successifs : le plus ancien et le plus beau et presque toujours piqueté comme les gravures du I, nous le désignerons comme V^a et nous appelerons V^b le groupe linéaire à tendance tout-à-fait géométrique et schématique. Ce dernier est beaucoup moins bien représenté. Le peuple qui a tracé ces figures, était pasteur, bien que les figurations de Chiens y soient rares et douteuses, pouvant aussi bien figurer des Chacals. Il possédait probablement l'arc, représenté comme une ligne à courbe simple, et généralement petit ; il avait aussi la lance, la hache à manche, la crosse et des boucliers de divers types, rond, ovale, triangulaire, rectangulaire. Peut-être le lasso (fig. 55) était-il connu ? La tunique courte semble parfois portée, à moins que ce ne soit qu'un pagne (fig. 47); plusieurs femmes (fig. 50) portent par derrière une queue postiche, détail que l'on retrouve dans les figurations égyptiennes de Lybiens prédynastiques et dans de nombreux peuples nègres de l'Afrique actuelle. Quelques figures semblent porter un couvre-chef, parfois surmonté de deux cornes courtes ou longues, ou de cornes et d'oreilles. Aucune scène de chasse bien nette n'est reproduite ; en revanche, plusieurs personnages semblent bien conduire du bétail ; la juxtaposition de personnages des deux sexes est ordinairement par deux (une seule fois deux femmes pour un homme) ce qui indique la prédominance de la monogamie. La femme, comme dans les vases de Negadah, relève les bras au-dessus de la tête, souvent jusqu'à les joindre. La représentation assise est

(1) Les Dénôts de jarres du Désert de Libye. *Revue Scientifique*, 8 octobre 1927. N° 19, p. 600.

(1) I. Capart : Les Débuts de l'Art en Egypte : fig. 168, 171, 173. Pour les Lybiens, fig. 25, 161, 163, 173, PL. I.

exceptionnelle (homme, fig. 50), ainsi que la course (fig. 54). A deux reprises, un trait rejoint les conjoints, comme les longs traits rejoignant à distance les ménages sur les roches algériennes (1). Quelques figures humaines sont aussi schématiques et simplifiées que les représentations néolithique espagnoles. Peut-être sont-elles plus récentes, mais ce n'est pas certain.

Les animaux figurés sont surtout le *Bos africanus* (2), à hautes et fines cornes, au nombre d'une vingtaine ; leur attitude figée est celle d'animaux domestiques ; plusieurs sont visiblement pommelés. J'imagine que les variantes de cornes : de face ou en perspective tordue, voire même « foisonnées », n'ont pas d'importance spéciale. Quelques-uns n'ont pas de cornes du tout ; ils figurent probablement des Veaux.

Plusieurs autres espèces d'herbivores sont figurées : peut-être un Equidé (fig. 55) à oreilles courtes, également domestique ; de rares Mouflons ou Moutons, ou tous deux, aux cornes en ω retourné ; des Antilopes, Bouquetins ou Chèvres à cornes de profil s'incurvant en arrière (3). Une Antilope à grandes cornes brusquement coudées vers le bout se voit figure 8 ; c'est évidemment le même qui a servi de thème à tant de décorations prédynastiques égyptiennes (4) : le *Bubalis boselaphis* qui fut domestiqué dans les temps préhistoriques et protodynastiques égyptiens ; il est du reste fort mal dessiné ici, sauf la caractéristique de ses cornes. La Girafe est figurée (fig. 46) avec sa robe indiquée, mais de très mauvaise façon ; un autre groupe de sept autres, complètement schématisées, de la même figure sont encore moins satisfaisantes. Il convient de citer (fig. 55) plusieurs animaux massifs, Hippopotames ou Rhinocéros, comparables à ceux des séries prédynastiques égyptiennes. Les Autruches ne sont pas rares, mais bien moins bonnes que les premières citées et surtout indiscernables d'autres échassiers possibles.

De rares Canidés, Chiens ou Chacals, sont représentés (fig. 49 en bas ; fig. 55) le plus probable, avec sa queue courte en trompette, est dans la figure 45, mais d'un art tout-à-fait dégénéré. Il est impossible de parler des autres figures animales de ce groupe, trop sommaires ou trop peu visibles sur les figures ; à l'exception de deux sortes de Crabes, à rapprocher des figures de Scorpions et autres articulés de certains vases prédynastiques.

Parmi les dessins schématiques d'animaux, nous mentionnerons cependant un Bovidé de la figure 55, figuré en raccourci ou en plan et qui paraît traîner une tige transversale. Ce dessin ne serait pas dépaysé au milieu de ceux du col de Tende et du Lac des Merveilles. L'un des Bœufs de la figure 53 a visiblement sous la gorge une sorte de clochette, détail qui se retrouve sur deux autres du groupe que nous allons maintenant examiner et qui n'est plus piqueté du tout à l'intérieur.

V^{b1}. Le piquetage ne s'étend qu'aux lignes de contours et parfois à la tête ; le géométrisme d'une partie des figures est assez marqué. Les hommes de ce groupe sont absolument schématiques et linéaires, parfois réduits à un E couché ; un seul porte un petit arc semicirculaire à corde figurée ; l'un est ithyphallique (fig. 48). Les animaux comprennent quatre Autruches (fig. 48 et 54) dont deux barrées verticalement au centre ; deux Mouflons à cornes en ω renversé (fig. 47 et fig. 49). Une Gazelle ou Girafe (fig. 55) est probablement plus ancienne que V^a, mais un peu spéciale comme technique. Les autres animaux sont tous des Bœufs, soit à grandes cornes minces (fig. 50, 53, 55), soit sans cornes (fig. 49, 51, 52, 53, 54, 55) ; plusieurs sont barrés au milieu (fig. 53) ou croisillonnés (fig. 53 et 55).

V^{b2}. Une catégorie un peu à part et de caractère encore plus dégénéré comprend seulement quelques figures de plus grande taille : deux Mouflons ou plutôt des Moutons à cornes en ω retourné, longue queue à pinceau bien garni ; ils semblent traîner une entrave (fig. 47 et 48) ; et deux animaux mal conservés (fig. 45 et 54) le premier à long cou.

Il nous reste à comparer ce groupe V avec d'autres éléments pétroglyphiques antérieurement connus.

La première pensée est de se rapporter à ceux d'Egypte (1). Dans ceux d'Assouan décrits par Schweinfürth, on trouve de nombreux éléments parallèles et aussi des éléments différents (2).

(1) G. B. Flamand. Les Pierres Ecrites. Roches de Thÿout, pl. XXVII et seq.

(2) Le *Bos africanus* fait partie du bétail des temps protodynastiques et de l'Ancien Empire ; ensuite il est remplacé par *Bos brachyceros*.

(3) Il est curieux que, dans les représentations de Chèvres ou Bouquetins d'une part, Mouflons ou Moutons d'autre part, des manches de couteau en silex et des plaquettes prédynatiques, et aussi des marques de potier, la même différence existe dans la représentation conventionnelle des encornures : A. Capart, *loc. cit.*, fig. 33, 35, 59, 75, 101, 107, 108, 155, 156.

(4) Capart, *loc. cit.*, fig. 17, 40, 41, 106 (silex) Pl. I et fig. 155 (plaques de schiste) mais à queue courte. — J. de Morgan. Préhistoire orientale, fig. 176, 177. Pour sa domestication préhistorique et des débuts des dynasties. page 103.

(1) A partir d'ici, les numéros des figures se rapportent aux ouvrages des auteurs cités.

(2) G. Schweinfürth « Ueber alte Tierbieder und Felsinschriften bei Assuan ; in Zeitschrift für Ethnologie 1912, p. 627-658.

J. de Morgan. Recherches sur les origines de l'Egypte. L'âge de la Pierre et les Métaux, fig 87, 92, Pétroglyphes du Haut Nil d'après les relevés de Legrain.

Dans la série entièrement piquetée égyptienne, on trouve : 1° une charmeuse de serpents (fig. 5) ; elle n'a pas été comprise par Schweinfürth qui a pris le serpent pour un symbole de barque, malgré le caractère très naturaliste de la scène ; 2° une scène de chasse au Sanglier par un chasseur armé de la lance et du bouclier rond (fig. 22) ; 3° un archer et son Chien à queue en trompette (fig. 4) ; cette association, comme le grand arc à double courpure de cette figure ne se retrouvent pas à Ouenat ; 4° une Chèvre domestique type (fig. 12), n'y a pas non plus d'analogue ; 5° des Autruches (fig. 25) et des Bouquetins (fig. 13) sont, au contraire, du vrai et assez beau style d'Ouénat V^a. Donc, il y a des rapports certains, avec différences, parmi lesquelles l'absence frappante de Bœufs à Assuan dans ce groupe.

Dans le groupe linéaire, le *Bos africanus*, si fréquent à Ouénat, est devenu abondant, soit de style naturaliste (fig. 10, 19), soit de style subschématique géométrisé (fig. 18), parfois plus dégénéré qu'à Ouénat (fig. 3). Les Autruches se retrouvent aussi (fig. 1 et 24). Mais on y rencontre une diversité d'Antilopes ; parmi elles, il en est une à cornes spiralées, particulièrement frappante, qui ne se voient pas à Ouénat, non plus que des Chiens à courte queue en trompette et à museau fin, et des oiseaux analogues à des Corbeaux. On retrouve, mais appliquée à des Equidées, la technique à intérieur barré qu'Ouénat nous a laissé voir plusieurs fois.

Les Bouquetins géométrisés avec une seule corne, d'Assuan, ne s'y retrouvent pas, quoiqu'ils existent en Sahara français, mais certains animaux d'Ouénat (fig. 5, 7, 8, 10, 11) témoignent d'une même conception artistique.

Assuan n'a pas, en revanche, une seule figuration de Moutons à cornes en ω retourné.

Les figures d'Assuan sont attribuées par Schweinfürth aux peuples barbares de la région avoisinante, de l'époque de l'Ancien Empire.

On trouvera, dans le livre déjà cité de M. Jean Capart, pp. 194-195, une bibliographie des graffites rupestres d'Egypte en 1904 et quelques pages de texte sur ce sujet où le caractère lybien d'un grand nombre est signalé ; il cite l'opinion de Flinders Petrie, admettant que beaucoup de ces graffites sont, à en juger par leur patine, très antérieurs à l'âge des monuments d'Egypte. La planche, annexée au texte de l'auteur belge, contient un grand mélange de divers styles, depuis les meilleurs dessins, les uns piquetés en surface, Autruches, chasse à l'Autruche ; les autres, linéaires, (Antilopes attaquées par un Carnassier) jusqu'aux dessins seminaturalistes analogues à notre V^b (*Bos africanus*, Girafes) ou à d'autres absolument schématiques comme les deux ou trois dessins les plus modernes d'Ouénat. L'auteur belge fait, à juste titre un rapprochement avec les marques sur poterie de l'époque de Négadah. De Morgan avait reconnu cette analogie.

Nous avons déjà mentionné l'analogie de divers dessins d'Ouénat avec d'autres figurations humaines ou animales de même ensemble. Mais nous n'y retrouvons ni les Eléphants, ni les Antilopes ou Moutons à cornes ondulées, et la chasse n'y semble jouer aucun rôle, sauf dans le panneau de III. Le style d'Ouénat V^a est, en général, très supérieur à la plupart des pétroglyphes égyptiens, du moins tels qu'ils sont reproduits.

Je dois à l'aimable communication de M. O. G. S. Crawford de connaître une brochure de D. Newbold (1), où l'auteur décrit un grand nombre de pétroglyphes des régions limitrophes du Kordofan et du Dongola, entre 150 et 300 milles ouest de Khartoum. Le beau style d'Ouénat ne se retrouve que dans deux animaux (pl. VI) de Zolat Hammad.

Mais le style V^b y est fréquent dans les localités de Zolat Hammad (pl. 5, 6, 10, 16) et de Gelti um Tasawir. On retrouve le *Bos africanus* avec les mêmes variantes d'encornure, de face ou en perspective tordue, et le Bouquetin à cornes de profil ; il y a aussi quelques Girafes comme à Ouénat, mais aussi des Eléphants et, pour la deuxième localité, des archers en action de tir et assez d'hommes schématiques, éléments absents ou peu fréquents dans le milieu correspondant que nous avons décrit. Quant à la localité, en bonne partie très récente de Golaat el Wish, elle ne correspond qu'aux plus modernes sujets d'Ouénat, qui ne sont pas plus antiques.

Nous devons maintenant examiner les analogies qui pourraient exister avec le Sahara français.

On se souvient que j'ai décrit récemment : « les peintures rupestres de la grotte d'In Ezzan (Sahara central) », de concert avec leurs inventeurs, le D^r P. Durand et M. L. Lavanden (2). La silhouette de certains animaux de cette station, Mouflon et *Bos africanus* de la série III d'In Ezzan, le personnage vêtu genre Cogul et l'homme à queue postiche de la série I sont des analogies notables. Mais, à In Ezzan, il semble bien que tout se rapporte à la vie des chasseurs et ce n'est pas le cas à Ouénat. L'analogie existe, mais assez lointaine.

Les analogies se retrouvent, plus fortes, avec les pétroglyphes copiés à Aguilet Abderrahman (Sahara Central) par l'adjudant Fretay (3).

---

(1) D. Newbold. « A desert odyssey of a thousane miles » reprinted from « Sudan notes and Records », vol. VII, 1924.

(2) *L'Anthropologie*, 1926, p. 409-427.

(3) Station des gravures rupestres d'Aguilet Abderrhaman (Sahara central). *L'Anthr.*, 1923, p. 156-160.

Sans doute, il y a là des Eléphants et des Rhinocéros, inconnus à Ouénat, mais nous retrouvons le *Bos africanus*, le Mouton à cornes vues de face et l'Autruche, soit piquetée entièrement et de petite taille, soit à contour linéaire, parfois barré intérieurement. L'ensemble de cette localité saharienne est sûrement complexe. En revanche, l'homme y est toujours schématique, du moins d'après les croquis rapportés. Des gravures rupestres décrites par E. F. Gautier (1), seules, les figures de *Bos brachyceros*, à remplissage pommelé, fait de lignes ondulées à l'intérieur d'un corps rectangulaire à contours rectangulaires (fig. 6) et l'Autruche de la même roche de Djattore, ont des relations avec notre série V^b. On retrouve de rares analogies au même groupe dans quelques gravures rupestres de l'Aïr décrites par Fr. de Zeltner (2), par exemple sa fig. 3, n° 58 ; fig. 4, n° 88 ; fig. 5, n° 105, 84. Le géométrisme absolu y prédomine ordinairement et l'ensemble est tout différent.

L'un des groupes relevés par E. P. Gautier (3) dans le pays Touareg du Hoggar est à technique comparable à notre V^a ; on y voit une chasse au Mouflon (à cornes en ω retourné) avec des chiens à queue retroussée. Le chasseur est armé d'une courte lance à grosse pointe foliacée ; une autre scène comprend, outre un Mouflon blessé, acculé par des Chiens, des piétons armés de sagaies et de boucliers ronds ; un Sanglier et deux Chameaux montés ; il s'agit, assurément, malgré la beauté du style, de figures assez tardives de l'époque du fer. A côté de ces images, piquetées en surface, il y a des dessins linéaires de *Bos africanus*, parfois barrés verticalement, ainsi que des Autruches qui ont un style comparable à notre V^b ; certains de ces Bœufs portent aussi la clochette (fig. 7, 8, 9). Mais, il se peut que, dans le Sahara, les traditions artistiques aient perduré longtemps dans certains districts.

Le Hoggar a, plus récemment, livré au lieutenant F. Desmoulins (4) quelques panneaux à *Bos africanus* à tracé linéaire semblable à ceux de notre V^b. On y retrouve la clochette et, parfois, les croisillons internes (fig. 3 et 4).

Si nous compulsons les gros volumes de Flamand (1), Frobenius (2) et Obermaier sur les dessins rupestres Sud-Oranais, nous devons y enregistrer l'existence de deux ensembles manquant totalement à Ouénat : le plus ancien, probablement paléolithique, bien connu par ses Bubales, Eléphants, Rhinocéros, Lions ; et, le plus récent, complètement schématisé et associé à des inscriptions tifinar. Nous noterons aussi l'absence totale du groupe d'Ouénat à affinités Sud-Africaines et de notre groupe V^a.

Nous citerons, comme très proches ou identiques à notre groupe V^b, contours linéaires avec ou sans barres internes, les figures de *Bos africanus* de Taghtania Sud (Pl. 4, 7, 10, 11) ; de l'Oued Cheria (Pl. 115) et de Bou-Alem (Pl. 139) ; dans cette localité, les Vaches à « clochette » se retrouvent. On doit encore citer les Bœufs brachycères de Jaschue et ses Autruches barrées ou non (Pl. 54) ; le Mouflon de l'Oued Cheria à cornes en ω retourné (Pl. 115) et le Bouquetin de Taghtania (Pl. 10).

Du livre de Flamand, nous ne pouvons citer aucune figure vraiment comparable à celles qui ont fait l'objet de cette description ; elles s'en écartent tant par le procédé d'exécution des figures que par la compréhension du dessin, spécialement des têtes et par la faune représentée.

Je conclus des faits passés en revue que les analogies du groupe V^a vont surtout à l'Egypte, mais que l'art de cette série d'Ouénat est bien supérieur à ce qu'on nous a fait connaître de l'art rupestre nilotique. Sa parenté avec l'art de Negadah me semble certaine, comme le fait qu'il est l'œuvre d'un peuple pasteur, ayant domestiqué le *Bos africanus*, une Antilope et peut-être le Mouflon.

Le groupe V^b a nombre de parentés du même côté, mais on retrouve plus facilement ses éléments comparatifs dans le Sahara français, nettement plus jeunes, dans cette région, que les gravures paléolithiques d'animaux disparus ou émigrés. Le groupe V^b et ses analogues sont aussi l'œuvre de peuples pasteurs ayant domestiqué le Mouflon, le *Bos africanus* et *brachyceros*.

Ces faits rejettent dans une période fort reculée les belles figures de Girafes dont l'analogie avec le Sud de l'Afrique a été signalée par moi dès le début et constitue un fait considérable.

(1) Nouvelles stations rupestres nord-africaines. *L'Anthr.*, 1916, p. 27-45.

(2) *L'Anthr.*, 1913, p. 172-184.

(3) Gravures Rupestres Sud-Oranaises et Sahariennes. *L'Anthr.*, 1904, p. 497-517, fig. 5.

(4) Lt. Desmoulins : « Gravures et inscriptions rupestres sahariennes ». *La Nature*, 3 juillet 1926.

(1) G. B. M. Flamand : « Les pierres écrites ». Masson, 1921.

(2) Léo Frobenius et Hugo Obermaier : « Hadschra Maktuba, urzeitlich Felsbilder Kleinafrikas, Munchen, 1925.

Fig. 45.

Fig. 45. — Confuse. Deux animaux indéterminables sont visibles, tous deux tournés à droite : l'un, grand, occupant la moitié gauche de la figure, à ligne de contour piquetée, cou long et grêle, un peu sinueux, corps efflanqué avec une bande de flanc et des stries verticales; les pattes et la queue sont longues, peu distinctes, ainsi que la tête; les pieds sont marqués, semble-t-il, par une petite cupule; le style est très mauvais. Peut-être sont-ce des Girafes?

Le second, entièrement piqueté en surface, à queue courte retroussée, corps court, jambes longues à pieds bouletés, ainsi que la tête, portée sur un long cou sinueux. En avant de cet animal, on peut, avec difficulté, apercevoir une série d'arceaux piquetés emboîtés, de signification très obscure, sujet exceptionnel ici.

Fig. 46. — A gauche, Girafe courant à gauche, de style très médiocre mais à robe bien rendue. La queue est exagérée; les jambes sont faites de deux traits parallèles pour chaque paire. Les jambes, antérieure interne et postérieure interne, forment avec le ventre un arceau. La tête, rendue assez mal, est couronnée de quatre pointes rayonnantes pour les oreilles et les cornes.

A droite, un groupe de huit figures, entièrement piquetées, toutes tournées à droite et de très mauvais style. Le corps est globulaire, porté sur des jambes linéaires, de nombre variant de deux (peut-être homme ou Autruche) à quatre et même cinq, formant peigne. Le cou, très long, montre qu'il s'agit de Girafes, pour six d'entre elles; la tête est très sommaire, portant des pointes au nombre de deux, trois ou quatre pour les oreilles et les cornes dont les boutons terminaux sont représentés en un cas.

Les queues sont généralement courtes, parfois en trompette; l'une d'elles, de

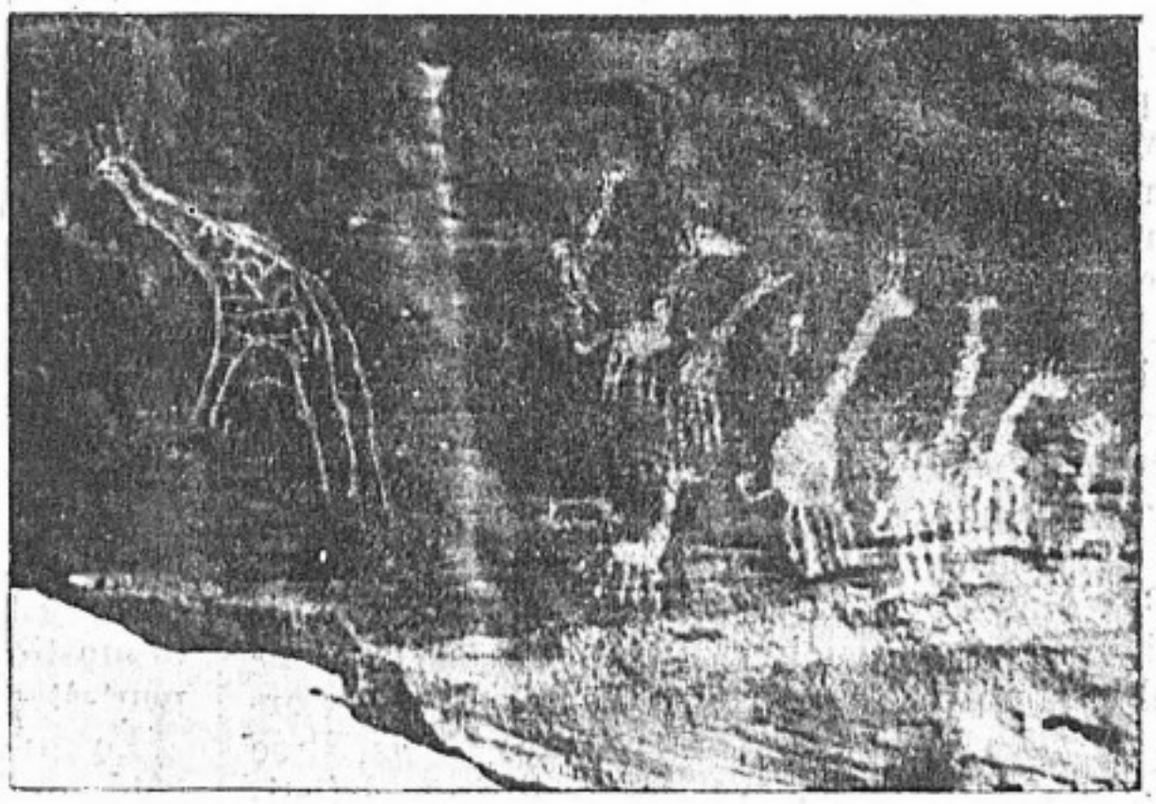


Fig. 46.

cette dernière sorte, est immense. Dans l'un des dessins, où le cou est vertical et la tête globuleuse, il semble qu'on ait voulu réaliser un raccourci.

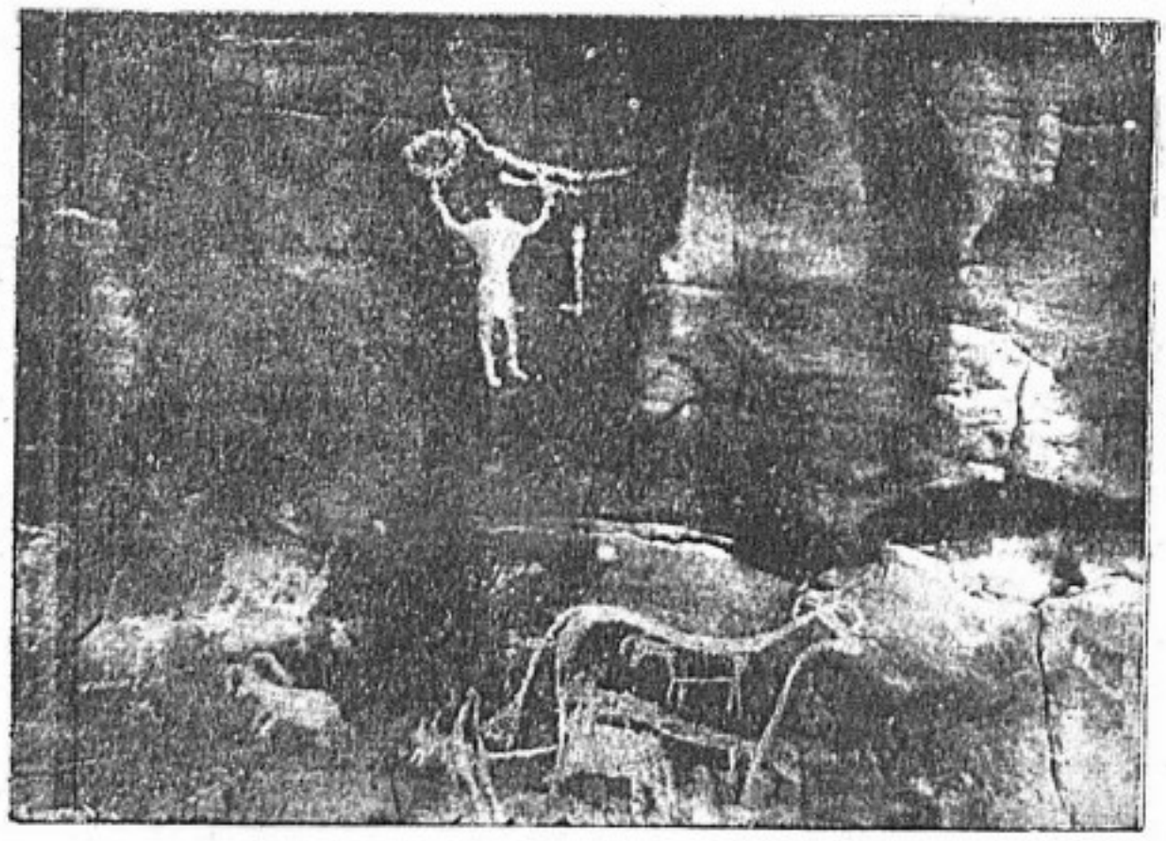


Fig. 47.

Fig. 47. — Registre supérieur. Un homme, entièrement piqueté, vêtu d'une tunique s'arrêtant au genou, élève les bras. Il soutient à droite un grand arc à courbe simple et une flèche; à gauche, un bouclier rond à ombo marqué. Sa tête est ponctiforme. A quelque distance à sa droite, est figurée verticalement une hache, ou plutôt hallebarde, dont le manche est dirigé en haut; de bon style.

Registre inférieur. En haut, à gauche, un homme schématique linéaire piqueté, à jambes en arceau, corps fait d'un trait avec traverse plus développée à gauche; la tête, massive, est peu discernable dans la photo. A sa droite une Autruche, semi-naturaliste, entièrement piquetée et un ruminant courant à gauche, à cornes très recourbées et

retombantes, figurées de face : probablement un Mouflon mâle.

Au-dessus, mal venu en photo, est un groupe d'animaux en file, courant à droite, entièrement piquetée, à cornes du même genre mais plus petites, sans doute un groupe de femelles.

Plus à droite, est un palimpseste où l'on voit une grande figure au contour large, piquetée, de même signification zoologique, se superposer à d'autres entièrement piquetées courant à gauche, et à une, toujours un Mouflon, à tête également piquetée et corps à lignes fines de contour; les quatre pattes sont figurées, au contraire du suivant qui n'en a que deux petites

Le plus à gauche des animaux entièrement piquetés à la tête globuleuse, la gueule ouverte et les oreilles dressées, très longues; est-ce un Lynx? Il est, comme son voisin, plus difficile à saisir sous l'oblitération du grand Mouflon de très mauvais style.

La grande figure, plus récente, a les

Fig. 48.

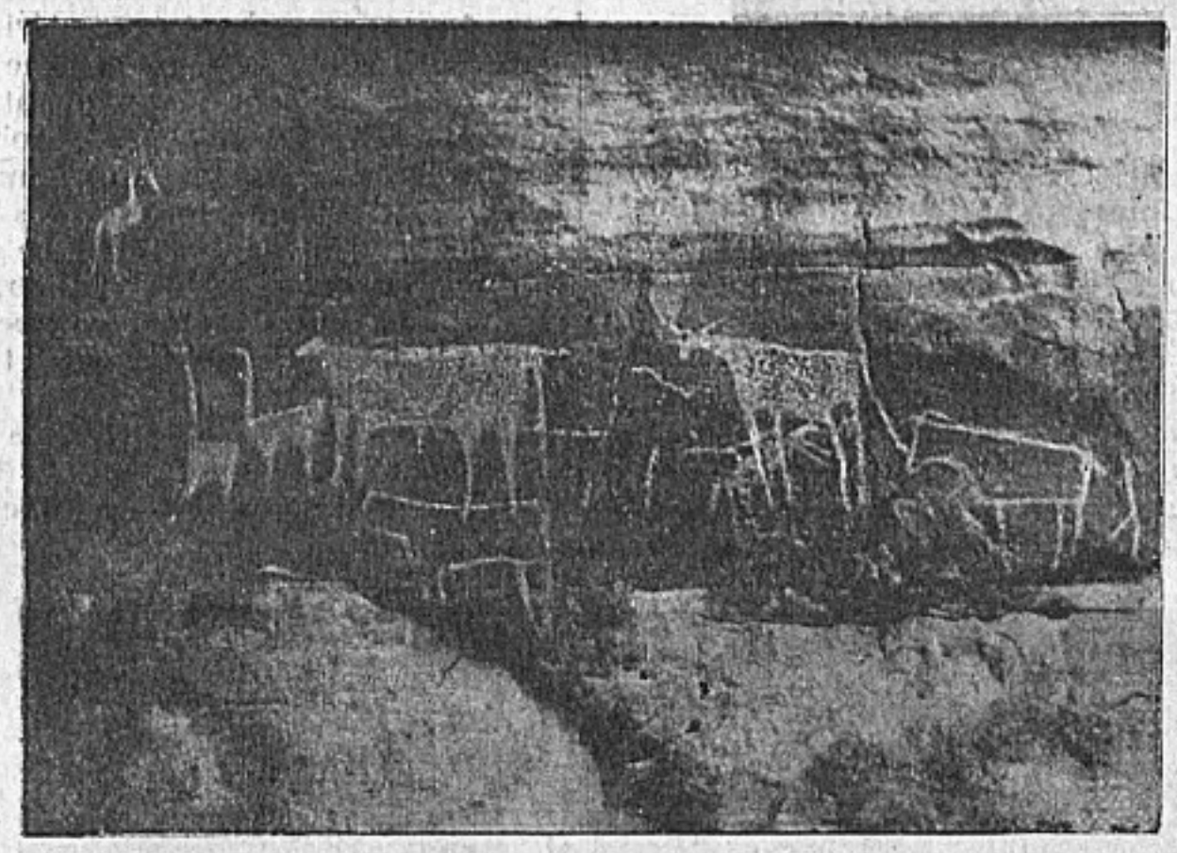


Fig. 49.

rieure comme la tête de l'animal, se trouve, je pense, une figure féminine, à robe courte, entièrement piquetée dans ce que l'on voit, avec seulement deux pieds ponctiformes dépassant la robe. Autant qu'on en peut juger, ce dessin est plus jeune que le gros Mouflon.

A sa droite, s'entrevoit une barre verticale, puis un H à terminaisons bouletées, puis un homme semischématique à pieds bouletés et bras étendus, le gauche tenant par le bois un petit arc tendu, à forme semi-circulaire. Un autre, encore plus simple à jambes et parties masculines formant un E couché et bras étendus s'aperçoit vers la droite, au-dessus de trois Autruches en file, assez bonnes, sauf la plus à gauche, très sommaire, qui n'a qu'une jambe au lieu de deux. Elles sont d'un tracé linéaire piqueté assez menu; une barre verticale médiane figure l'aile.

Registre inférieur. Il est très chargé

cornes vues de face, en demi-cercle parfait, et une longue queue à pinceau. En arrière de lui et de même venue, est un objet allongé relié par un trait horizontal au pied de derrière.

Fig. 48. — Registre supérieur. Au centre, un gros Mouflon, très analogue au précédent, mais moins bas, dont la ligne ventrale est faite d'une grande barre horizontale; les quatre pieds sont figurés, un trait léger les recoupe, partant d'un des pieds antérieurs et se raccordant à une grosse barre oblique parallèle aux fesses. Serait-ce une entrave? C'est à rapprocher de l'objet signalé pour l'animal de même style de la fig. 47. Il est plus difficile d'interpréter des barres bouletées, verticales, recoupées par le dos de l'animal et par une barre de flanc et l'espèce de π placé au ventre.

En contact immédiat avec le poitrail du Mouflon précédent, et malheureusement peu lisible dans sa partie supé-

Fig. 50.

de figures entièrement piquetées et difficile à dissocier sur la photo. De gauche à droite, j'y distingue : un homme à bras levés, analogue à celui de la fig. 47, mais paraissant soutenir au-dessus de sa tête un animal assez mal défini.

Fig. 51.

Laissant de côté à sa droite deux figures douteuses, peut-être humaines, ou accident rocheux, nous trouvons, en nous approchant du centre, deux Autruches tournées à droite, dont l'une a l'aile soulevée au-dessus du corps, puis un groupe de lignes, d'interprétation douteuse, à motif central en T. Enfin, vient un homme schématique à grand phallus entre jambes très écartées; le bras gauche est coudé, l'autre étendu, un peu tombant.

Fig. 49. — Registre supérieur. A gauche, trois Autruches assez bonnes. L'une, plus haut, marche à droite, les autres à gauche; la plus à droite, au lieu d'être entièrement piquetée comme les deux autres, a une petite réserve centrale.

Plus à droite, vient un palimpseste de deux groupes d'animaux, assez géométriques bien qu'assez bien faits, marchant à gauche; le plus ancien est fait au trait fin piqueté et n'a qu'une seule jambe par paire, faite de deux traits convergeant en pointe. Le piquetage, très dense le long des contours et sur la tête, est beaucoup moins serré à l'intérieur. L'un d'eux est sans cornes ni queue, l'autre à dos en pente et queue courte. Le contour intérieur du corps est fait d'une horizontale allant du poitrail aux fesses, tandis que, dans le premier, le contour interne des jambes et du ventre forme un π.

Entre les deux, et également plus ancien que le groupe le plus vieux du panneau, se trouve, courant à droite et en montant, très oblitéré un carnassier à quatre jambes linéaires, longue queue tombante, petite tête et corps allongé entièrement piqueté. C'est peut-être un Chacal.

Le groupe le plus récent représente des ruminants à corps assez rectangulaire, très longue queue, très petite tête et quatre pattes verticales chacun. Le plus à droite a une très grande encornure, vue de face, faite de cornes très écartées dès la base et extrêmement fines; il me paraît que le plus à droite en a aussi, bien que très peu discernables sur l'épreuve. Ce sont, évidemment, des Bovidés.

Le registre inférieur, bien que très surchargé de figures, est presque indéchiffrable sur la photo, ce qui est dommage, car on y entrevoit de nombreuses petites figures humaines et animales, souvent très bien formées, parmi lesquelles des hommes, probablement nus et brandissant des armes. Il est à souhaiter que, dans un nouveau voyage, une meilleure représentation de ce panneau soit obtenue.

Fig. 50. — Elle est séparée de 50 m. des précédentes et comprend des figures de trois techniques différentes. L'une, vers le bas, figurant un Chameau, est tout à fait moderne et d'un blanc éclatant. Une autre, isolée vers le haut à droite, est un Taureau à hautes cornes fines, vues de face, corps tracé d'une fine ligne de contours plus ou moins rectangulaire, longue queue et quatre pattes verticales. Deux petits traits verticaux pendent sous la gorge comme le fait aujourd'hui une clochette. Elle se superpose à une petite Autruche du troisième groupe. Celui-ci est entièrement piqueté et fait de nombreuses petites figures, environ une quinzaine. De gauche à droite, on distingue d'abord une rangée serrée de six très petites figures humaines, me semble-t-il, malgré l'excessive réduction de la photo. Ensuite, vient un personnage à base globuleuse large; ses bras se relèvent en arceaux renversés; le gauche tient un bâton courbe, tandis que, de l'aisselle droite, se détache horizontalement, une hâche ou hallebarde; c'est probablement un homme assis.

A peine plus bas et à droite, vient une femme marchant, caractérisée par les bras relevés rejoignant une grosse tête ronde et par un vêtement postérieur frangé. Elle est toute voisine et sur le même plan qu'un homme de face, apparemment nu, à bras coudés et relevés, soutenant, à gauche du bâton courbe tenu par le milieu, et, à droite, un autre bâton courbe, plus long et délié, et un bouclier triangulaire quadrillé.

Une autre femme nue, à bras relevés et se rejoignant au-dessus de la tête, suit un peu plus bas comme plan; elle marche aussi à gauche. Ensuite, vient un second homme, analogue au dernier cité, tenant, à droite, deux bâtons de longueurs inégales, et à gauche un bouclier sub-rectangulaire et un objet recourbé en S couché très détendu. A sa droite et plus bas est une femme nue de même type que la dernière citée; une sorte d'ornement, en forme

Fig. 52.

de queue pend postérieurement du côté droit.

Alternant, et sur le même registre que les deux derniers hommes, en vient un autre qui paraît vêtu d'une courte tunique, à bras étendus; le gauche brandit un objet allongé, tenu par un bout, et le droit, un autre, saisi par le milieu, renflé comme un bâton bouclier. Une femme nue, sur le registre des autres, vient ensuite; son bras gauche est ansé je crois, et le droit, sinueux et relevé. Cela fait, jusqu'à présent, autant d'hommes que de femmes, signe de monogamie; cela se poursuit, après quelque interruption, par un autre couple : la femme est à bras relevés et mains jointes sur la tête, longue queue postiche au bas des reins, ventre proéminent et un sein visible de profil; elle regarde à gauche. Son conjoint, placé à droite, paraît vêtu de la tunique courte; ses bras sont relevés et coudés; le gauche brandit une hache, le droit, un bouclier scaliforme et une très longue lance dardée horizontalement. Un dernier couple est placé immédiatement au-dessus, mais déformé par la perspective; l'homme est à gauche, brandissant un bâton tenu par le bout à gauche et une petit bouclier ovoïde à droite; je crois voir, dans les trois taches piquetées plus à droite, la représentation très rudimentaire d'une femme entre deux enfants. Celui de gauche ressemble à des idoles féminines du S.-E. de l'Espagne; c'est une barre à tête et milieu formés de deux taches rondes, reposant sur un troisième segment subtriangulaire. L'autre figure, bien que plus simple encore, a les bras relevés et coudés à angle droit.

Fig. 53.

Fig. 51. — Avec les trois suivantes, elle forme un ensemble distant de 50 mètres environ de la précédente, et de 100 m. des figures 46-49.

Aucune superposition ne se remarque ici. Les six Ruminants que l'on y remarque, se répartissent en deux catégories qui passent de l'une à l'autre; elles ont en commun la forme rectangulaire du corps et leur orientation à gauche. Deux sans cornes et à une seule patte épaisse par paire sont seulement silhouettées d'un trait fin; dans celui de gauche, un trait cloisonne les pattes du corps et un autre, vertical, divise celui-ci par le milieu. Celui de gauche, plus petit, n'a pas de queue, très développée chez le premier.

Les quatre autres sont des Bœufs à très grandes cornes, figurées de trois quarts, en perspective tordue; dans l'un d'eux, la corne antérieure se dédouble et la postérieure se transforme en trident. Le sexe masculin est indiqué pour les trois Taureaux en file du registre inférieur. Sauf le plus élevé, qui n'a qu'une patte par paire, ils en ont ordinairement quatre, très courtes.

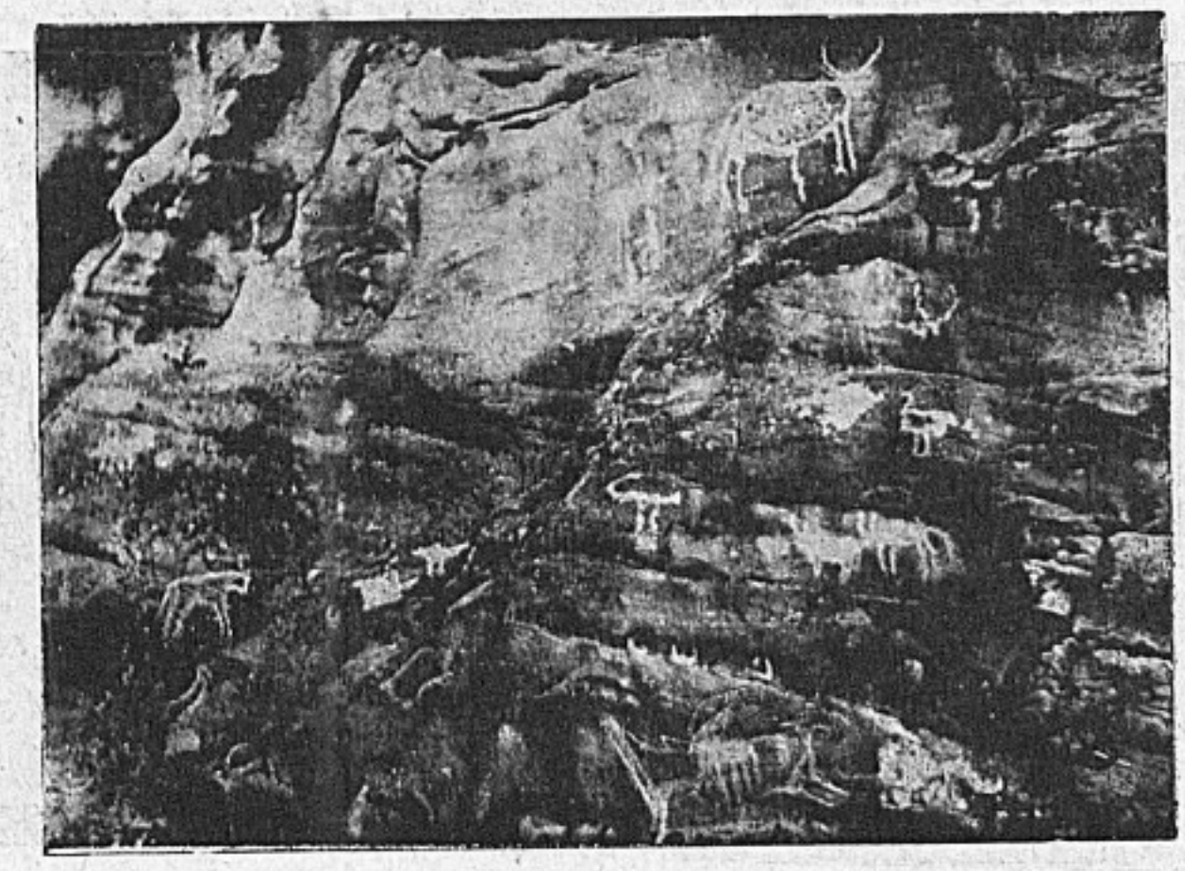


Fig. 54.

verticales. Le piquetage s'étend ordinairement à toute la silhouette, plus dense à la périphérie. Seul, le Taureau à cornes « foisonnées » a deux réserves croisillonnées sur le corps, semblant indiquer un « pommelé » ou une marque de propriété.

Fig. 52. — Elle présente trois groupes distincts, de gauche à droite. 1° Deux animaux au trait mince, sans piqueté interne, à longue queue bouletée, tête petite et oreille. Le sexe mâle est répété sur chacun, ce qui exclut, probablement l'idée de Félin qui vient de prime abord. Ils n'ont qu'une patte par paire et un arceau continue dessine le contour interne de ces deux pattes et le ventre.

2° Au centre se voient trois animaux plus petits, entièrement piquetés, se suivant vers la gauche. Le premier est une Antilope à cornes lyriformes brusquement coudées en dehors vers le bout; sa queue est longue; la silhouette de l'ensemble est, du reste, conforme aux animaux précédents; le sexe mâle paraît indiqué. L'animal qui le suit, du même sexe, est sans cornes visibles; ses quatre pattes sont figurées avec des pieds bisulques; l'ensemble paraît bien un Bovidé. Le troisième, à corps fait comme l'avant-dernier, est un Bœuf à cornes très élevées, s'écartant fortement dès la base. Il n'a que deux pattes.

Le troisième groupe, qui se dirige à droite, est composé de deux Taureaux se suivant, à piqueté du corps moins dense au centre; la bande à piquetage plus accentué du dos et du ventre a des contours internes lobés. L'un a les quatre membres distincts, l'autre a chaque paire fusionnée.

Fig. 53. — Aucune superposition visible. Au centre, une Autruche, piquetée avec peu de soin, d'aspect plus récent à en juger par la couleur assez claire.

Tous les autres animaux sont des

Bœufs faits de plusieurs techniques, du reste apparentées; il en est à contour linéaire simple, avec deux fois une bande médiane piquetée, une fois avec un trait de flanc recoupé par deux verti-

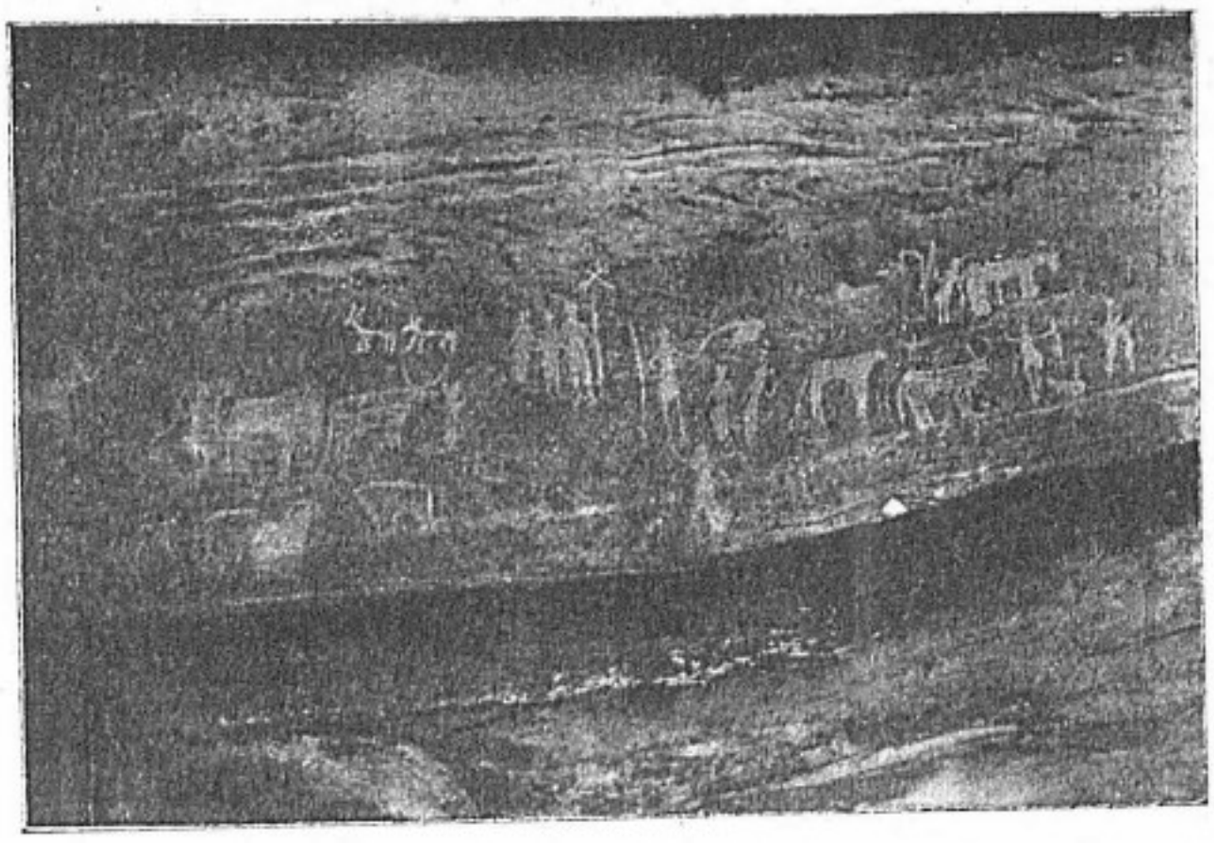


Fig. 55.

cales, d'autres sont à intérieur piqueté, parfois avec zone centrale presque réservée, ou piquetée de façon à imiter une sorte de « pommelé ». Il y a quelques variantes dans les encornures. Une figure du premier ensemble, peut-être un Veau, n'en a pas; on voit le frontal saillant entre les oreilles. Dans le Bœuf pommelé de gauche, les cornes, immenses, sont faites à double trait, et son voisin, comme un autre de la fig. 51, a plusieurs tracés de cornes; une paire se dirige en bas et en avant et s'incurve en haut; l'autre se couche en arrière à la manière des Antilopes. Celui de la première technique, qui est au centre, les a incurvées en arrière et en haut, comme une Chèvre; les deux de droite, en haut et au milieu, les ont en perspective tordue de trois quarts. Dans les quatre autres, elles sont de face.

Pour les pattes, deux du premier ensemble sont simplifiées et à arceau commun avec le ventre; le « veau » a les quatre membres avec pieds et jointures marquées. Tous ceux de la technique, plus ou moins complètement piquetée, ont les quatre membres, parfois à terminaison bouletée ou bisulque.

Comme autres particularités, il faut signaler, dans cinq de ces « Bœufs » un trait entre les jambes postérieures, figurant probablement les bourses du Taureaux, et un autre à l'intérieur, sous le ventre. On pourrait aussi penser à la figuration schématique du pis. Le « Bœuf » à gauche et en bas a, sous la gorge, une saillie faite en double trait, analogue à la « clochette » déjà signalée.

Fig. 54. — Dans la partie gauche, un peu confuse, se voit un petit quadrupède cornu, peu réaliste, entièrement piqueté, vers la mi-hauteur. Un peu plus bas, un autre courant à droite, à dos en pente et non cornu, à simple tracé et barre médiane, ressemblant aux pseudo Lions de la fig. 52. Vers le centre, déformées par la perspective, on aperçoit deux taches subtriangulaires, dont une à deux courtes pattes bouletées, de très mauvais style; ce sont probablement des Autruches.

La partie droite se divise en six registres superposés. En haut, une Autruche assez bonne, à corps entièrement piqueté, qui semble plus patinée que l'homme ithyphallique schématique contigu à droite. En dessus de l'Autruche, et presque en continuité avec sa jambe droite, est un motif bizarre fait d'une barre horizontale redoublée d'une courbe plus légère au-dessus de laquelle se développe une petite tige en épi. A droite, se trouve encore un gros Bœuf, à hautes cornes de face, à corps fait d'un ovale faiblement piqueté, de même espèce que les autres Bœufs déjà vus, mais de très mauvais art; une ligne verticale médiane, comme une sagaie, pend au milieu du ventre.

Le deuxième registre ne laisse voir de clair qu'une tête de Bœuf semblable et une amorce de dos.

Le troisième registre a seulement une Autruche, à contours périphériques et deux jambes concrescentes en triangle.

Le quatrième commence à gauche par un oiseau schématique de patine plus fraîche; au centre, deux animaux à cornes de profil, incurvées avec convexité antérieure et longue queue; bien qu'ils soient entièrement piquetés tous les deux, celui de gauche seul est de style naturaliste, tandis que celui de droite est de technique semi-schématique. A l'extrême droite du même registre est, peu visible, un petit animal à tracé périphérique dont la tête est indistincte.

Du cinquième registre, je ne distingue, sous une petite corniche, que trois signes schématiques d'un blanc si vif qu'ils semblent peints, sortes d'ovales ouverts en haut et, entre les deux, un E couché sur le dos.

Le sixième est très chargé de figures, mais indistinct en beaucoup de parties. J'y lis, au centre droit, un personnage courant à gauche, à bras coudés relevés, dont le droit soutient un objet incurvé (arc?); sa tête est faite en chevron, surmonté d'un trait horizontal.

A sa gauche se discerne une superposition de deux figures; la plus ancienne assez grand, allant à gauche; son cou est long, mais sa tête, invisi-

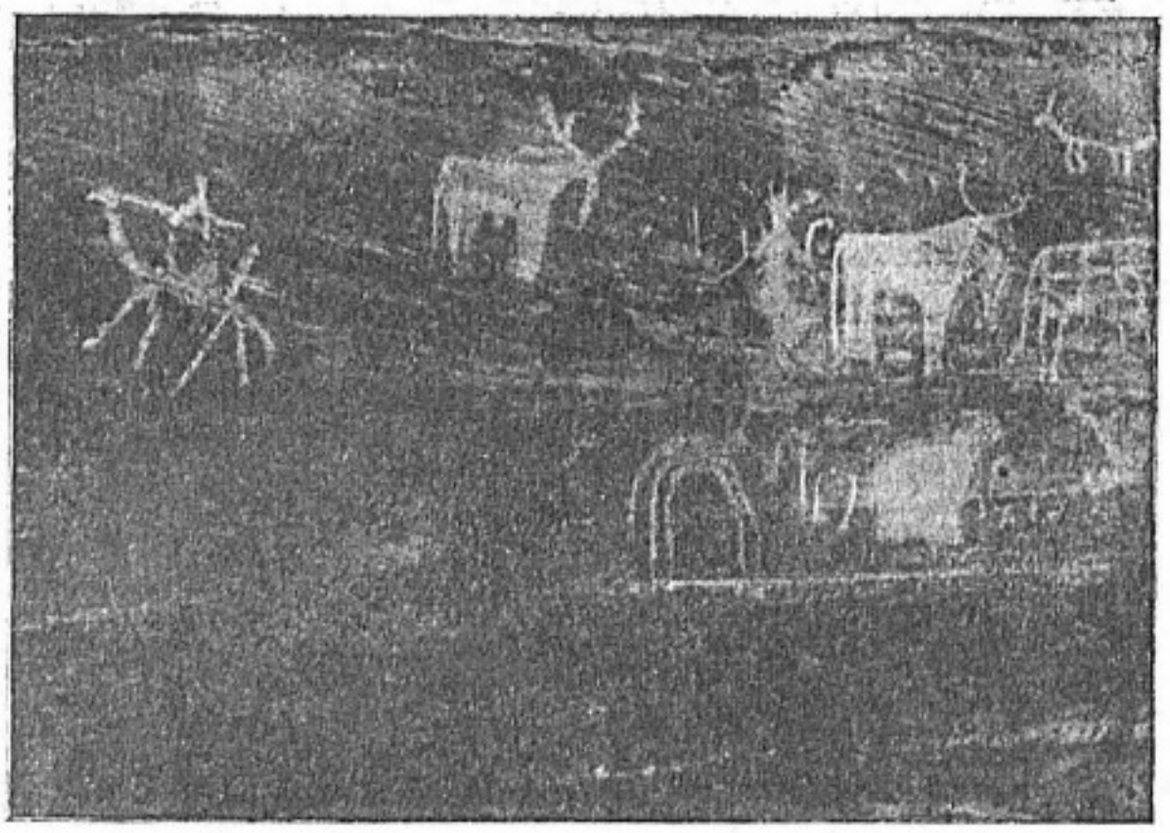


Fig. 56.

ble; une large bande piquetée marque le devant du cou, le poitrail, les deux pattes antérieures et le ventre; le contour dorsal est linéaire. La figure plus récente, entièrement piquetée, a un corps globuleux, surmontant un peigne de quatre pattes, et couronné par un

cou long, ramené en arrière; elle est d'un art détestable. Je ne discerne pas d'autres figures assez nettement pour en parler.

Fig. 55 et 56. — C'est un des plus beaux ensembles de ce groupe rupestre, situé à environ 1.300 mètres des précédents.

Une main plus ou moins moderne y a ajouté, en plein centre, deux figures se suivant, discernables par leur absence de patine et leur caractère entièrement schématique; il s'agit d'un Chien, à queue retroussée, suivant un herbivore à longues oreilles et sans queue. Au même groupe appartient le Dromadaire monté de la fig. 56.

Les autres figures se laissent grouper en deux ensembles successifs, discernables par une différence de patine. Le plus ancien stock est linéaire, le plus récent, piqueté sur toute la surface; il y a une superposition nette vers la gauche. Il y a, du reste, passage de l'un à l'autre. Du premier stock, il n'y a que quatre animaux, l'un, sans cornes, légèremnt à gauche du centre est d'un géométrisme très accentué avec le contour jambes-ventre en arceau à l'intérieur d'une sorte de trapèze général; il semble qu'une figure humaine, très effacée, aussi vieille, à jambes en arceau et bras étendus, le suive de près. Deux autres bêtes à sa gauche ont un contour fin, mais avec quelques piquetages à l'intérieur, de même que le Bœuf au-dessus, dont le corps est quadrillé par deux verticales à un axe horizontal; ces trois animaux ont les quatre pattes au lieu des deux du premier. Elles sont particulièrement longues et grêles, ainsi que le cou et la queue, dans le plus à gauche, qui peut figurer une Gazelle. Sa voisine a l'avant-train détruit par le piquetage d'un carré de signification obscure.

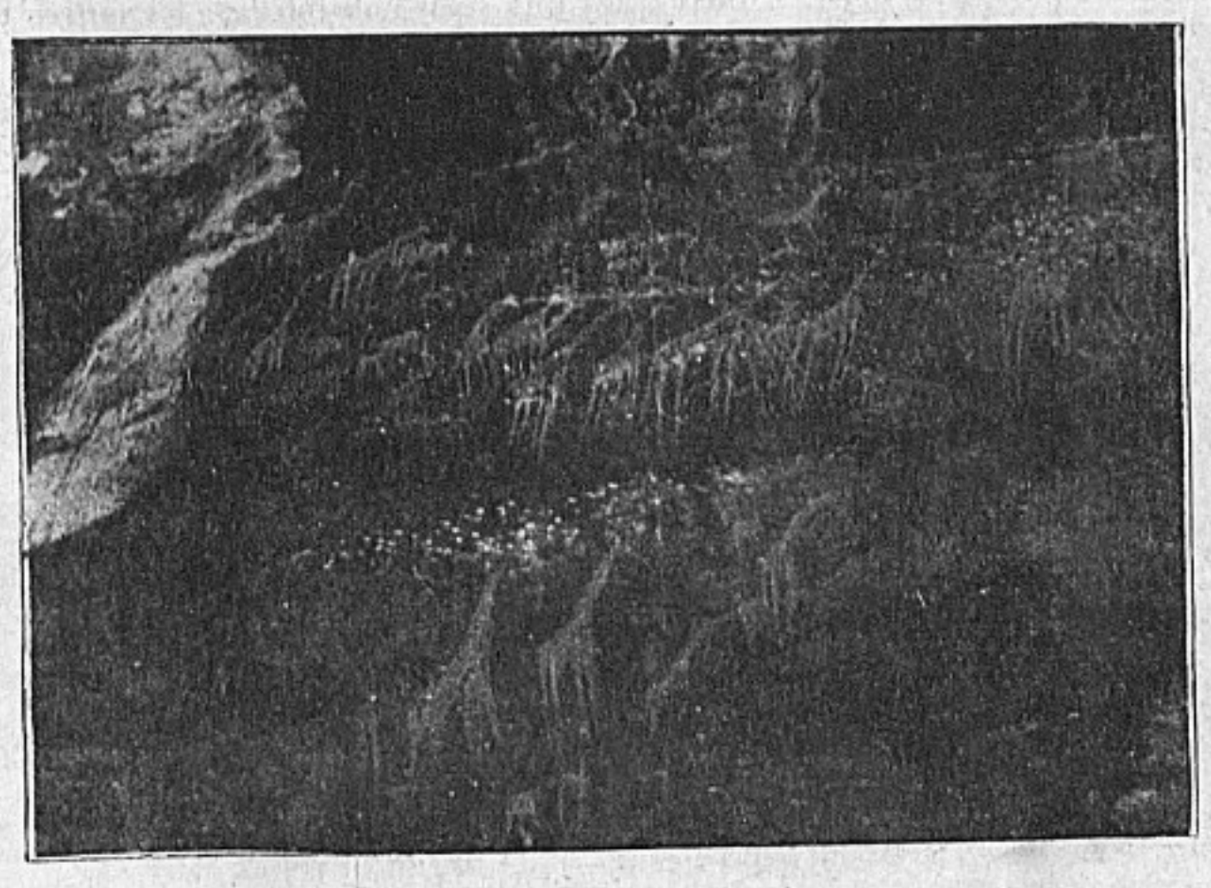


Fig. 57.

Les animaux entièrement piquetés, en partie de bon style, en partie mauvais, sont : cinq herbivores, de style « carré », à jambes concrescentes par paires; le plus à gauche est notable par son encornure de fantaisie, rameuse comme celle d'un Cerf, et son museau très allongé. Sa très longue queue empêche d'en faire un Cervidé, à moins que ce ne soit un sens secondaire dû à la modification d'un Taureau, comme pour celui qui est un peu plus à droite, où l'autonomie des jambes s'affirme davantage. Le troisième, à l'extrême-droite, beaucoup plus mauvais, plus bas sur pattes, avec deux cornes sur le museau busqué et un trait vertical sous le ventre, n'a que deux grosses pattes bouletées. On pourrait penser au Rhinocéros, mais c'est plutôt un Bovidé mal fait.

En-dessous de lui et à gauche, se trouvent encore deux Taureaux analogues au second décrit. Le second a un remplissage piqueté fort peu dense; leurs quatre jambes sont en voie de différenciation. Le poitrail et la gorge du second Bovidé décrit sont couverts de longues soies raides tombant en avant;

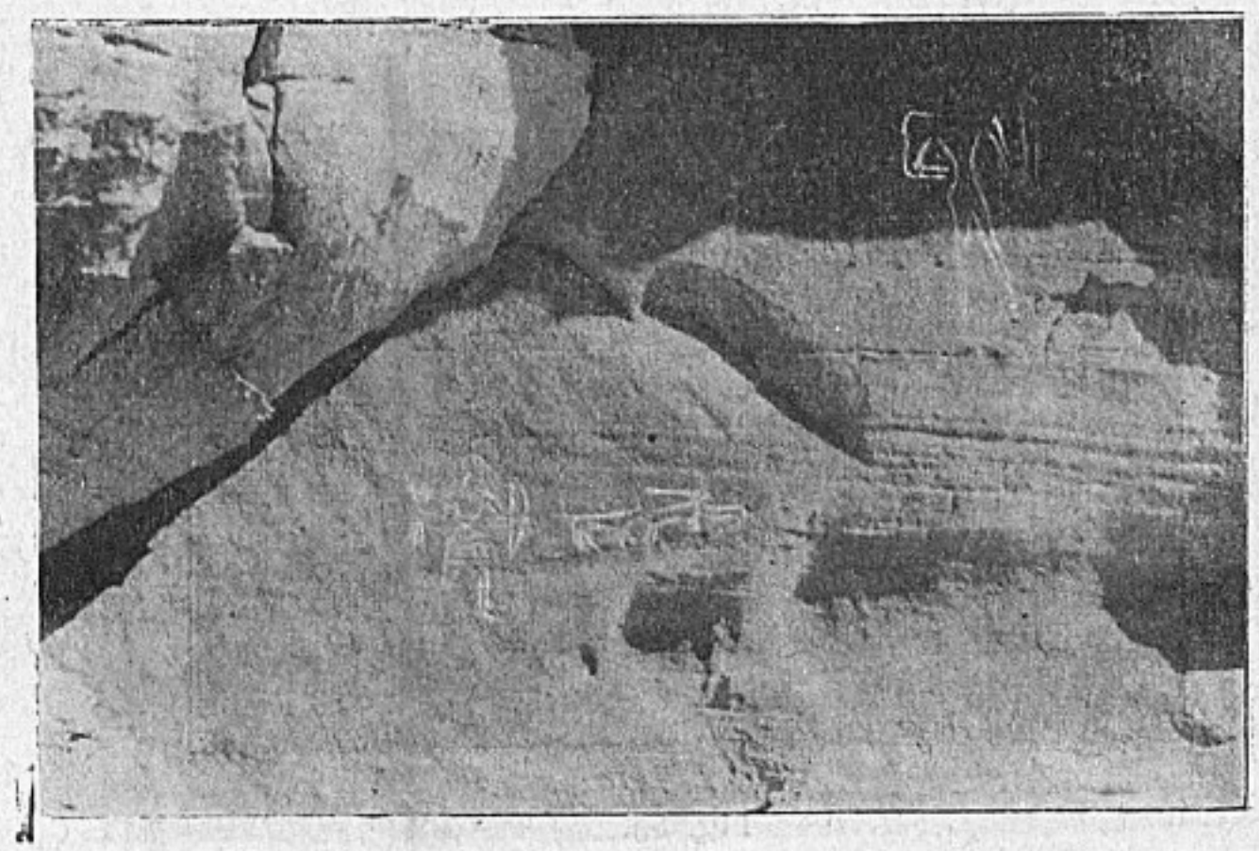


Fig. 58.

on le retrouve, mais très atténué chez les deux derniers.

Un peu à sa droite est une Autruche assez bien faite, et peut-être une seconde, coupée par le bord de la plaque; une troisième est entre les deux, de bien plus mauvais style et à jambes presque humaines. Plus intéressants encore sont les personnages, au nombre d'une douzaine. De gauche à droite, on voit : 1° un homme nu, à tête coiffée d'un masque surmonté de deux cornes droites et d'oreilles dressées, ses bras coudés tiennent à gauche un petit arc à courbe simple, sans corde; à droite, une crosse. 2° Une figure très simplifiée à tête et tronc globuleux et jambes concrescentes, faites d'une seule barre épaisse; les bras sont peu visibles. 3° Un homme marchant à droite, peu différencié, levant les bras, dont le gauche semble tenir le Taureau voisin par le mufle, et le gauche brandit une crosse. 4° Un groupe de trois personnages; le plus grand, à droite, s'appuie de ce côté sur une lance, et enlace, à gauche, un personnage de l'autre sexe, auquel il s'unit visiblement, bien que lui-même paraisse vêtu d'une tunique courte analogue à celle des « Dames » espagnoles de Cogul. Les deux femmes à la gauche sont tournées vers lui, les bras un peu tombés et ouverts; l'indication est celle de la bigamie. Les jambes des femmes sont beaucoup plus courtes que celles de l'homme. La tête de celui-ci est en forme de champignon, comme à Cogul; celle des femmes est ovoïde; celle que son mari « favorise » est surmontée d'une sorte d'aigrette. 5° Un peu à droite et plus bas, vient un homme arrêté, appuyé à gauche sur sa lance dont on devine la pointe faiblement renflée, et brandissant à droite une grande massue

courbe terminée par un renflement ovoïde très asymétrique. Ce geste paraît menacer, ou peut-être plus justement protéger deux personnes nues, assez svelles, peut-être un jeune couple. Leurs têtes

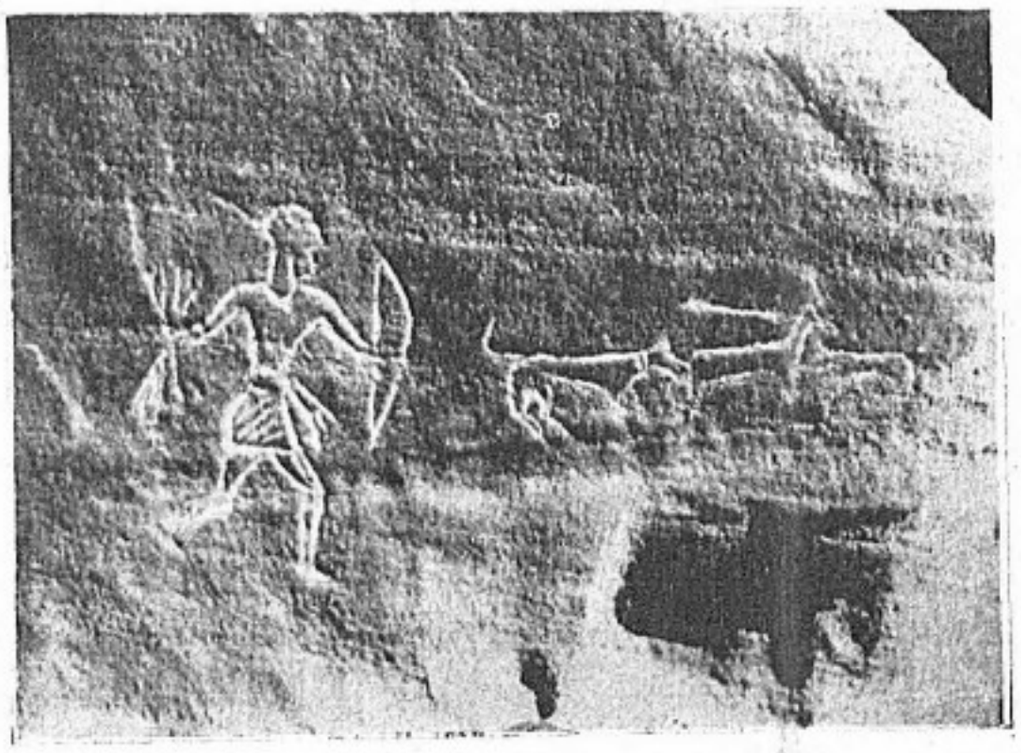


Fig. 59.

sont surmontées de deux très petites saillies chez la jeune fille de gauche, de deux longues cornes droites chez l'autre. Les seins de celle de gauche pendent sous chaque aisselle; un trait rejoignant les deux corps a la même signification que ci-dessus, ce qui ne paraît pas empêcher le « marié » d'être, en même temps, plus ou moins ithyphallique à droite.

En dessous, paraissant faire partie du même groupe, se voit une figure de femme, marchant à droite, avec tunique courte et queue postérieure postiche, qui lève les bras vers les deux jeunes gens.

6° Les deux derniers personnages à droite paraissent des conducteurs de bétail. Celui d'en haut suit un animal mal fait qu'il saisit par la queue avec sa main droite; de l'autre main, il tient une crosse et un bâton droit; sa tête est surmontée d'une sorte d'aigrette et deux traits latéraux peuvent figurer les oreilles. Le style de ce personnage n'est pas excellent.

Celui qu'on voit en dessous de l'animal précédent est meilleur; il précède le bétail, agitant à gauche, au-dessus de la tête du Bœuf voisn, la « crosse » saisie par le bout recourbe, et tenant, à bras tendu, à droite, le bâton rectiligne: de plus, une hache est fixée en avant de sa ceinture.

Fig. 57. — Roche gravée encore plus éloignée du point de départ que les précédentes. C'est à M. H. Hassanein Bey qu'on en doit une première figuration que j'ai reproduite et commentée (1) C'est assurément la plus importante de toutes celles qui me sont soumises. La nouvelle photographie qui m'en est remise est moins complète, du côté droit, que la première, mais est plus complète vers la gauche, qui était en partie masquée par un indigène servant d'échelle comparative; elle est aussi mieux au point, ce qui permet plusieurs constatations importantes.

Le panneau est, en effet, un palimpseste de dessins de plusieurs âges que l'on peut situer maintenant avec sécurité, grâce à des contacts peu nombreux mais clairs, accompagnés de différences de patine.

L'ensemble des Girafes, auxquelles il faut joindre un assez grand nombre d'Autruches et quelques autres animaux, est du plus pur style « Bushman », et en tout comparable aux chefs-d'œuvre piquetés du Sud de l'Afrique que Peringuey nous a fait connaître. Les autres sont notablement plus jeunes et appartiennent à plusieurs moments d'un même ensemble dont les localités précédentes nous ont donné de nombreux exemples.

Les figures de Girafes sont (en tenant compte des deux photos), réparties en petits groupes : six à gauche et en haut; six au milieu et en haut; cinq, une Autruche et trois personnages peu discernables à droite et au même niveau; cinq à gauche et en bas avec un homme, peu visible, les bras arrondis, l'un baissé, l'autre relevé; trois et de nombreuses Autruches fort belles à droite et en bas. Les attitudes, les formes de ces animaux sont tout à fait remarquables ainsi que le rendu de la robe des Girafes.

Le second groupe se superpose en deux ou trois points au premier et est à patine bien plus claire; on peut le voir en haut et à gauche où une sorte d'Antilope ou Capridé à cornes longues et légèrement recourbées en arrière, recouvre de son arrière-train le poitrail d'une Girafe; et aussi au centre droit, où une Autruche semi-schématique recouvre la patte antérieure d'une autre Girafe. En bas, au centre un peu gauche, un Bovidé schématique analogue à ceux du Lac des Merveilles (Alpes, Col de Tende), et une Autruche avoisinante, semi-naturaliste oblitérant aussi les jambes de deux Girafes.

Pourtant, généralement, les nouveaux venus ont respecté les gravures anciennes et leurs additions, très nombreuses, les encadrent ou s'y intercalent. On peut, à ce second ensemble, rapporter environ une cinquantaine de figures. Les oiseaux, Outardes, Autruches ou autres Echassiers y tiennent une grande place, il y en a au moins une douzaine, les uns semi-naturalistes, les autres tout à fait schématiques Un seul homme est à signaler avec sécurité, suivant un Bœuf entièrement piqueté à longues cornes élevées, vues de face, paires de jambes indifférenciées et arceau jambes-ventre. Un Mouflon ou Mouton à cornes courtes en arceaux, vues de face, est à signaler à gauche et en haut, suivi de

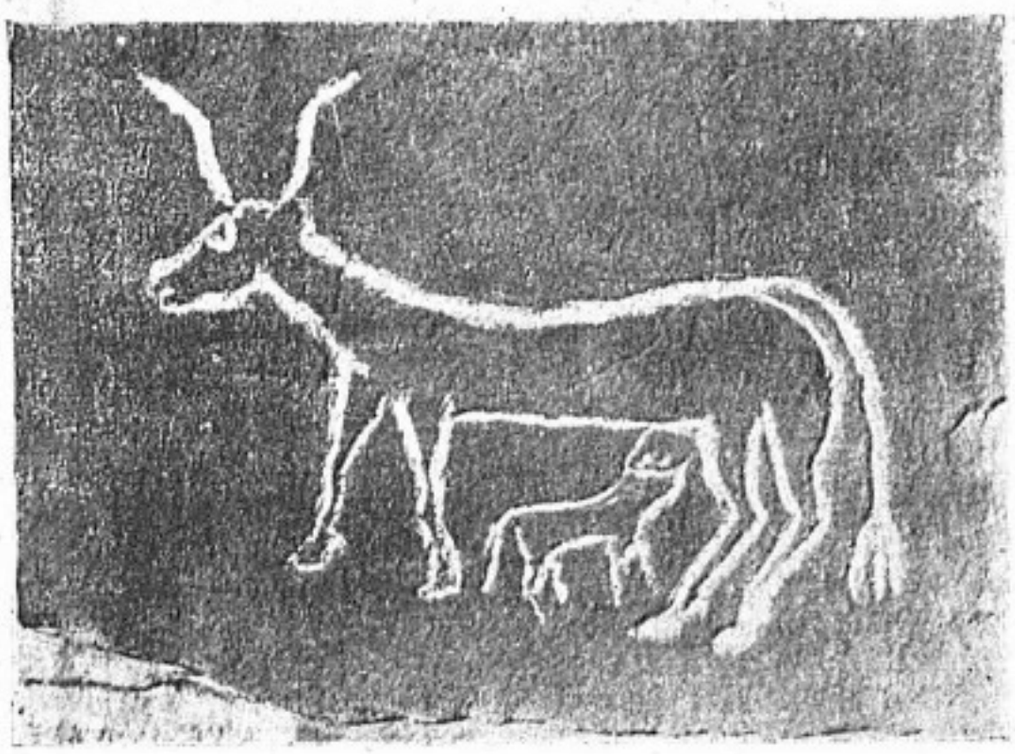


Fig. 60

(1) Hassanein Bey. « Crossing the untraversed Libyan Desert » *in* The National Geographic Magazine, sept. 1924. page 133.

H. Breuil. « Gravures rupestres du désert libyque, identiques à celles des anciens Bushmens » in *l'Anthropologie* 1926, page 125-126.

près par un Chien lui mordant le jarret. A sa gauche se voit un Capridé a longues cornes de profil identique aux plus récents, rouge vif, blancs ou noirs des Batuecas (Salamanca); c'est le même type que nous avons mentionné ci-dessus, superposé à une Girafe.

Au registre le plus élevé, un peu à droite du centre, on voit un Carnassier (Canidé) courant à droite. Vers la droite, à mi-hauteur, deux dessins juxtaposés, ressemblent à des Crabes aux pattes étalées. A peine plus haut, à l'extrême gauche, est un défilé, trop peu visible, de trois animaux rappelant certains des manches de couteau prédynastiques d'Egypte : animal fantastique à longue queue, très long cou et tête globuleuse, suivant deux animaux aux formes très massives.

Il est malheureusement impossible d'analyser de plus près les autres quadrupèdes dont l'image est trop réduite et trop peu nette.

Toutefois, dans la photo d'Hassanein Bey, à droite du centre, on voit un Equidé tourné à droite, assez géométrique, à contours linéaires sauf la tête piquetée et à corps couvert de lignes verticales, qui se rattache à une série artistique distincte.

Fig. 58-59. — Elle provient d'un autre point, Abou-Ballas, et se distingue complètement, à première vue, de tout ce que nous avons vu jusqu'ici. En haut et à droite de la fig. 58 est un dessin de grand homme de profil, de style nettement égyptien dynastique; une partie du dessin a été rubriquée à la craie pour la photo; à la loupe, on peut aussi discerner le bras gauche replié et ramené vers la ceinture.

Fig. 61

Le sujet inférieur, reproduit en détail fig. 59, également rubriqué de craie, représente un Lybien chassant, qui vient de décocher une flèche empennée à un Ruminant de petite taille que son Chien va atteindre; celui-ci à la queue relevée, linéaire, une tête assez forte et un collier. En avant du gibier est un autre animal indéterminé, peut-être un autre Chien l'attaquant par devant. Le chasseur accourt vers sa victime, tenant à droite un petit arc simple, bandé, et à gauche, un faisceau de flèches. Ses cheveux semblent crépus et courts et il porte la barbe. Une incision en chevron renversé limite le cou comme un collier; un pagne se serre autour des reins et une sorte de bout de ceinture frangée flotte en avant. On peut, sans doute, rapprocher cet archer des figurations de Lybiens des plaques de schiste égyptiennes protodynastiques. Il semble que ces figures soient incisées et non piquetées.

Fig. 60. — Une autre gravure d'Abou-Ballas, également incisée au trait et probablement contemporaine des précédentes, représente une vache de Bos africanus, à encornure lyriforme figurée de face, allaitant son veau.

Fig. 62

Fig. 61. — Kerkoum Talah Drena daire profondément incisé, à formes très géométriques; bien que la patine soit accentuée, ce dessin n'est sans doute pas préhistorique.

Fig. 62. — Peintures situées dans une grotte à deux kilomètres de la roche gravée de Kerkoum Talah. Un examen attentif permet de discerner, sous les peintures rouges, un niveau de figures blanches plus anciennes, piquetées. La plupart du reste demeurent trop peu distinctes pour être interpétées; on discerne seulement, très bien, en haut et à droite du milieu, un petit Bovidé aux pattes effilées et, vaguement, diverses figures humaines. Comme au Tajo de las Figuras (Cadiz), la couleur blanche transparaît à travers le rouge des figures postérieures, elles-mêmes peut-être de plusieurs moments, bien que d'un seul style. Ce dernier est caractérisé par l'extrême effilement des pattes et de la queue, et la réduction de la tête surmontée de petites oreilles et, une fois, de très courtes cornes un peu couchées. Il s'agit visiblement de Ruminants aux formes très légères comme la Gazelle. Un homme se tient en arrière de la file inférieure, de dessin non moins filiforme, tenant à sa gauche un arc ou bâton courbe, et, à la droite, un objet indéfini. Le mouvement en W des bras est à remarquer, comme la forme trilobée, difficile à expliquer, du ventre de deux des animaux.

Le caractère filiforme très accentué des extrémités de ces dessins et leur excessif allongement est à comparer avec un des stocks les plus primitifs des peintures sud-africaines, mais on le retrouve aussi parfois dans les peintures les plus primitives de l'Est-Espagnol, à Minateda,

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Décembre 1927). — *Théorie des nombres.* Soit C une courbe algébrique dont l'équation a pour coefficients des nombres d'un corps algébrique; M. *André Weil* montre comment on peut faire correspondre d'abord à chaque point de C à coordonnées algébriques x, y, un idéal entier du corps K (x, y), puis à tout couple $(x, y; a, b)$ un idéal ω du corps k $(x, y, a\ b)$, de telle sorte qu'une fonction rationnelle quelconque d'un point M de la courbe puisse s'exprimer par un quotient de produits d'idéaux ω. Ce théorème de décomposition permet de traduire arithmétiquement des résultats algébriques, et d'étudier les équations diophantiennes générales.

Algèbre. Précisant dans un cas particulier un théorème classique dû à M. Hadamard, *M. Ragnar Frisch* montre que la valeur absolue du discriminant d'une forme quadratique définie (à coefficients réels) est au plus égale au produit des valeurs absolues des termes de la diagonale principale. M. *Hadamard* indique une autre démonstration de ce théorème.

Théorie des fonctions. 1. Au sujet des séries de fractions rationnelles $\sum \frac{A_k}{z - \alpha_k}$, M. *Julius Wolff* démontre une proposition qui entraîne comme cas particuliers les théorèmes de non-existence de M. Denjoy.

2. Généralisant des résultats de M. R. Nevanlinna, M. *Henri Cartan* montre qu'il existe au plus deux fractions méromorphes $f(x)$ et $g(x)$ pour lesquelles E (a); E (b). E (c) coïncident avec trois ensembles donnés (E (d) désigne l'ensemble des zéros de l'équation $f(x) = d$). — La démonstration repose sur un théorème classique de M. Borel.

3. Si de toute suite infinie $f(z + z_n)$ où les z_n sont des quantités complexes on peut extraire une suite convergeant uniformément dans tout le plan vers une limite non constante, M. *J. Favard* dit que la fonction méromorphe $f(z)$ est une fonction normale du groupe des translations; il montre qu'il y a identité entre les fonctions précédentes et les fonctions presque périodiques de M. Bessonoff.

4. En s'appuyant sur des résultats de M. Valiron, M. *Henri Milloux* démontre une proposition générale sur les fonctions holomorphes dans un angle; cette proposition entraîne diverses conséquences pour les droites de Julia de la fonction.

5. M. *Georges Valiron* complète quelques-uns des résultats de M. Milloux, ainsi que d'autres propositions dues à MM. Wiman, Fatou, Polya, et relative aux fonctions entières.

6. Utilisant des notions introduites par MM. Bouligand, Wiener, Kellog, M. *Floran Vasilesco* étudie le problème de Dirichlet au sens généralisé, constate que ses solutions pour les domaines Ω et $\Omega + \varepsilon$ (où ε est un ensemble impropre) coïncident, et il étudie l'allure de la fonction de Green sur la frontière du domaine.

Analyse. 1. M. *Mandelbrojt* appelle noyau d'une suite de fonctions holomorphes $F_n(z)$ l'ensemble des fonctions harmoniques, finies qui sont des limites de $\frac{\log|F_n(z)|}{\log|F_n(z_0)|}$ et il énonce des conditions très simples moyennant lesquelles les suites des f_n, $f^1 n$, ... ont mêmes noyaux.

2. Si l'équation $s = f(x, y, z, p, q)$ admet pour un système de caractéristiques un invariant d'ordre n sans admettre aucun invariant d'ordre $< n$, M. *Lainé* dit que l'équation est de genre n. Cette notion permet de répartir les équations qui sont de la 1re classe en diverses familles au sujet desquelles l'Auteur présente différentes remarques.

3. On peut représenter symboliquement une transmutation linéaire T par une série entière dont les coefficients sont des multiplications. M. *Paul Flamant* étudie la légitimité du procédé; il envisage notamment le cas de la dérivation finie.

4. Précédemment, M. *Maurice Gevrey* avait indiqué trois méthodes pour résoudre les problèmes aux limites du type elliptique où figurent des relations entre les valeurs de la fonction inconnue et celles de sa dérivée conormale. L'Auteur traite le problème analogue quand les conditions aux limites contiennent des dérivées normales et des dérivées tangentielles; la troisième méthode nécessiterait une étude des valeurs principales et une modification de la théorie de Fredholm; les deux autres, au contraire, qui utilisent des intégrales doubles fournissent le résultat aussi simplement que lorsqu'il n'y a pas de dérivée tangentielle.

5. M. *Jules Drach* détermine explicitement les éléments linéaires de Liouville pour lesquels l'équation des géodésiques admet au moins deux intégrales rationnelles en la dérivée première; ces éléments s'écrivent à l'aide de fonctions circulaires ou elliptiques et l'on se trouve ramené par voie élémentaire aux résultats obtenus autrefois par M. Kœnigs.

6. M. *Léon Pomey* étend sa théorie des équations normales à des équations intégrales du type $\varphi = \frac{R}{S}$ où R et S sont des intégrales multiples dont les éléments sont des polynomes en φ.

7. Deux fonctions d'une catégorie donnée peuvent-elles avoir dans un domaine complexe ou réel mêmes zéros, ainsi que leurs dérivées jusqu'à certain ordre? Telle est la question que M. *W. Gontcharoff* résout pour les fonctions méromorphes, d'ordre fini, à zéros et à pôles d'ordres de multiplicité bornés et à pôles fixes, puis pour les fonctions réelles, indéfiniment dérivables et périodiques, de période 2π.

Géométrie différentielle. Précédemment, M. *Paul Mentré* avait étudié le déplacement projectif d'une quadrique Q; supposant cette fois que chacune des demi-quadriques de Q est dégénérée en un faisceau plan et qu'elle a pour caractéristiques deux génératrices distinctes, l'Auteur montre qu'une demi quadrique engendre en général deux congruences qui admettent une même famille, à un paramètre, de complexes linéaires dont l'enveloppe est un complexe à foyer inflexionnel quadruple.

Mécanique Rationnelle. 1. Comme l'annonce M. *Paul Appell* le théorème du travail virtuel, qu'il avait appliqué autrefois au glissement avec frottement, peut être étendu aux frottements de pivotement et de roulement à l'état de mouvement.

2. M. *Cetajev* ramène à la forme canonique et à celle de Jacobi les équations générales de mouvement données autrefois par H. Poincaré.

Hydrodynamique. 1. La condensation d'une masse fluide hétérogène peut varier entre deux limites depuis l'homogénéité jusqu'à la condensation totale. M. *A. Véronnet* a établi qu'une masse hétérogène en rotation ne peut pas se dédoubler; sa concentration finale aboutit au disque aplati; autour de cette limite on pourra la représenter en première et en seconde approximation par un ellipsoïde.

2. M. *Emile Merlin* envisage un fluide parfait hétérogène dont les particules décrivent des circonférences ayant un axe commun, fixe, sous l'action de forces qui dérivent d'un potentiel. Les conditions d'intégrabilité font intervenir une équation aux dérivées partielles du 3e ordre. L'Auteur étudie divers cas particuliers.

Mécanique appliquée. 1. M. *Belzecki* observe que dans le mouvement rectiligne uniforme d'une locomotive les vibrations sont données par des équations analogues à celles des pièces fléchies et comprimées; la comparaison permet d'obtenir les trois vitesses critiques (galop, roulis, lacet).

2. La théorie des turbo-machines à hélices dépend d'équations à neuf variables dont la solution analytique serait très laborieuse; grâce à son système d'abaques à transparent orienté, M. *W. Margoulès* les résout avec une grande rapidité.

Hydraulique. Soient y_0 la pression initiale à la partie inférieure d'une conduite, v, la vitesse initiale de l'eau a la vitesse de propagation de l'onde; M. *de Sparre* étudie le cas où $a\,v > g\,y$; il se produit un vide à la partie inférieure et au début de la 3e période le coup de bélier est augmenté de 120 pour cent.

Aérodynamique. M. Maurice Girault construit des profils d'aile en utilisant les fonction

$$Z = \frac{(z+1)^2}{4z}\left(1 + \frac{a_1}{z} + \frac{a_2}{z^2} + \frac{a_3}{z^3} + \ldots\right)$$

dont les dérivées permettent d'étudier les vitesses.

Astronomie physique. Pour créer une méthode d'observation correcte de la valeur du demi-diamètre apparent du soleil, M. *Maurice Hamy* cherche à calculer l'intensité lumineuse de l'image solaire, observée au foyer d'une lunette diaphragmée par une fente rectiligne. Le problème fait intervenir des intégrales doubles où figurent de très grands nombres; l'évaluation de ces intégrales exige une discussion délicate, qui utilise les beaux résultats obtenus antérieurement par M. Hamy sur l'approximation des fonctions de grands nombres.

Physique mathématique. 1. M. *A. Schidlof* indique une construction simple fournissant la masse propre du point matériel chargé dans l'univers à cinq dimensions. Le vecteur d'impulsion du point matériel a une grandeur indépendante du signe de la charge électrique. Ceux du proton et de l'électron font respectivement des angles de α et de $\pi - \alpha$ avec la direction invariante de la cinquième dimension, α étant de l'ordre de 10^{-18}.

2. Pour représenter le phénomène de la transmission de la chaleur par convection dans un tube circulaire parcouru par un fluide réel animé d'un mouvement turbulent, M. *A. Lévêque* est conduit à des formules binomes qui s'accordent beaucoup mieux avec l'expérience que les formules monômes précédemment utilisées.

Calcul des probabilités. Par des considérations théoriques; M. *Pierre Vernotte* parvient à la conclusion suivante : il faut appliquer la méthode des moindres carrés à la grandeur même Y que l'on mesure, et non pas à une fonction Φ (Y) de cette grandeur, alors même que ce serait Φ qui aurait une signification physique.

René Garnier.

Physique

Les colorations des pellicules d'oxydation des métaux. — Les métaux chauffés à l'air se recouvrent de pellicules d'oxydation, qui leur communiquent des colorations diverses. Ulick R. Evans publie les observations qu'il a faites sur ce sujet, relativement au plomb et au fer.

(1) *Nature* (de Londres), 22 octobre 1927.

De la surface du plomb, comme de la surface du fer, on parvient à détacher la pellicule d'oxyde qui produit la coloration. Sur le plomb fondu, on la prélève aisément avec un morceau de verre. Dans le cas du fer, on obtient une couche plus mince encore en minant le métal au-dessus de l'oxyde au moyen d'une solution d'iode : la pellicule se résout en lambeaux, qu'on peut porter sous le microscope.

Dans le cas du plomb, la pellicule très transparente, qu'on détache est le siège d'interférences, fonctions de l'épaisseur. La teinte par lumière réfléchie est complémentaire de la teinte par lumière transmise. Aux épaisseurs notables, apparaissent les couleurs d'ordre supérieur, le second ordre fournissant des teintes aussi vives que le premier. On observe la même succession de teintes que dans le cas de l'iodure d'argent, substance transparente qui résulte de l'attaque de l'argent par la valeur d'iode.

Pour le fer, les phénomènes sont différents. Observées, en lumière réfléchie, les pellicules d'oxydation sont douées de l'éclat métallique, et en certaines circonstances, donnent l'illusion du métal lui-même. Elles conservent l'empreinte de toutes les irrégularités primitives de la surface. En lumière transmise, elles sont transparentes, avec çà et là des points opaques, taches minuscules du fer incorporées dans l'oxyde. Ces taches se colorent en bleu sous l'action d'une solution acide de ferricyanure de potassium.

Du fait de leur coloration propre, les pellicules d'oxyde de fer sont sensiblement moins transparentes que les pellicules d'oxyde de pomb. La pellicule, qui produit la teinte jaune du premier ordre, est par elle-même jaunâtre, sans doute à cause d'une absorption spécifique. En suivant une gamme d'interférence, on trouve des pellicules de plus en plus foncées. Celles qui produisent les teintes du second ordre sont, en lumière transmise, d'un brun tout à fait sombre.

En somme, dans le cas du fer, l'absorption spécifique masque les effets de l'interférence. Aussitôt après le premier ordre; les teintes d'interférence s'affaiblissent, altérées par la couleur propre de l'oxyde, et les teintes des deuxième et troisième ordres sont mal développées, même quand la pellicule adhère encore au métal.

Evans a poursuivi ses recherches sur le fer jusqu'au rouge du troisième ordre, en trouvant précisément la même succession de teintes que pour le plomb et pour le cuivre.

S. V.

Electricité

Mesure de l'indice de réfraction de l'eau pour les ondes entretenues courtes. — Cette mesure, dont nous allons donner une idée, constitue la première partie d'une série d'essais entrepris par E. Mc Marty et L. T. Jones en vue de vérifier la relation de Maxwell entre la constante diélectrique et l'indice de réfraction.

Dans cette méthode, l'indice de réfraction est déduit de la différence de phase introduite entre les deux parties d'une même onde et due au retard de l'une de ces parties qui a traversé le diélectrique. Les deux parties de l'onde agissent sur 2 circuits accordés reliés aux paires opposées de plaques déviatrices d'un oscillographe cathodique et la différence de phase est mesurée d'après la rotation de la figure de Lissajous résultante. La disposition est indiquée sur la figure 63. O est un circuit oscillant à tube électronique (5 à 7.5 watts) permettant de produire des ondes courtes (300 à 700 cm.). Il est suspendu au-dessus d'un récipient contenant de l'eau et de dimensions $1 \times 0{,}5 \times 0{,}5$ m. Grâce aux tuyaux H et H', on peut faire varier d'une façon continue la hauteur de l'eau. Les circuits C et C' sont excités par les deux parties de l'onde ayant traversé

respectivement l'eau et l'air et les deux forces électromotrices alternatives induites dans ces circuits agissent simultanément à angle droit sur le faisceau cathodique qui trace une ellipse sur l'écran O'. La forme de l'ellipse dépend des amplitudes et des différences de phase des 2 f.e.m. induites. L'oscillographe cathodique était d'un type ordinaire avec plaques déviatrices inférieures. Il était contenu dans un écran constitué par un treillis de fils de fer et le circuit C était protégé dans toutes les directions sauf celle de l'eau par un écran en fer. Les longueurs d'onde étaient mesurées sur des fils de Lecher comme à l'ordinaire.

La méthode opératoire a été la suivante : Une mince couche d'eau était d'abord placée dans le récipient afin de corriger l'effet de capacité de l'eau sur le circuit C. Les

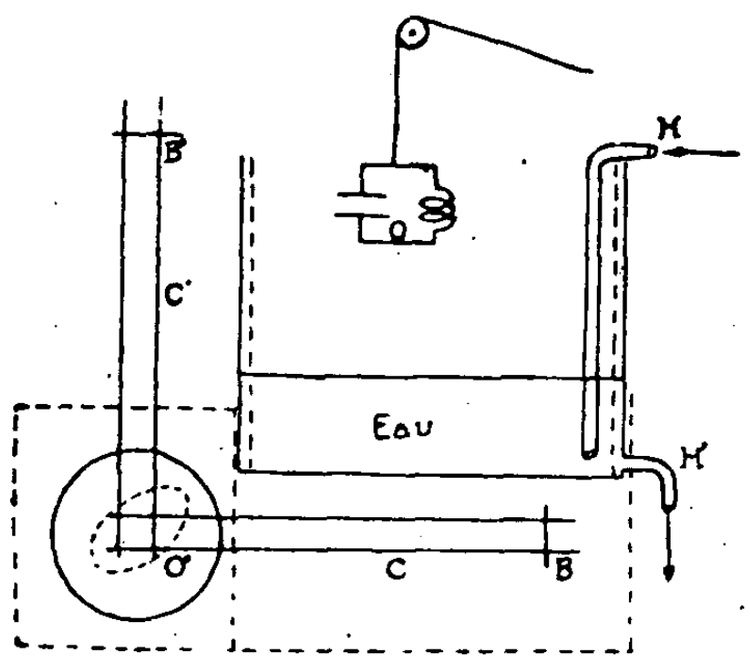


Fig. 63.

circuits étaient d'abord accordés aux moyens des ponts mobiles B et B' jusqu'à l'obtention d'une figure de grandeur convenable sur l'écran. Si la figure n'était pas approximativement une ligne droite, on obtenait cette dernière en retouchant légèrement la position de l'oscillateur, l'épaisseur de la couche d'eau ou l'inductance du circuit C'. On laissait ensuite couler l'eau et on photographiait les différentes formes de l'ellipse en même temps qu'on notait les hauteurs de l'eau. Des observations semblables étaient faites lorsqu'on laissait s'écouler l'eau. Nous ne pouvons insister ici sur les difficutés rencontrées pour a protection efficace par les écrans et pour les mesures des rotations et comment ces difficultés furent surmontées. Nous indiquerons seulement les résultats obtenus.

Si t_1 est le temps mis par l'onde pour traverser la distance D dans l'air, t_2 le temps mis pour traverser la distance D dans le diélectrique et la distance D-d dans l'air, on a :

$t_1 = D/c$ et $t_2 = \mu\, d/c + (D-d)/c$ où c est la vitesse de propagation des ondes dans l'air, et μ l'indice de réfraction, et $t_2 - t_1 = d(\mu - 1)/c$.

Mais $t_2 - t_1 = m.T$ ou T où est la période (λ/c) et m la fraction d'un cycle de la différence de phase introduite. Donc :

$$\mu = m\lambda/d + 1,$$

Le tableau suivant montre les résultats obtenus :

λ	m	dcm	μ
702 cm.	1/4	21,9	9,0
»	1/2	44,4	8,9
670	—	45,3	8,4
500	—	31,6	8,9
496	—	29,8	9,3
425	—	27,2	8,8
384	—	22,7	9,4
332	—	20	9,3

Ces valeurs concordent bien avec les valeurs trouvées par différentes méthodes.

Pour appliquer la méthode précédente aux diélectriques d'indice de réfraction plus faible, il sera nécessaire d'apporter quelques perfectionnements et d'éliminer quelques causes produisant des variations irrégulières de l'amplitude de sorte que de petites différences de phase puissent être perçues. Il serait possible de mesurer de faibles rotations par une méthode de zéro, c'est-à-dire en ramenant la figure à sa position initiale.

P. Abadie.

Radiophonie

La musique radiophonique. — Le professeur Théremin, de Léningrad, a donné récemment à Paris une série de concerts qui ont eu un très grand succès, au moyen d'un appareil, inventé par lui, utilisant les ondes radioélectriques pour la production des sons.

Dans une étude récente, M. Michel Adam (*Revue générale de l'Electricité*, 7 janvier 1928) a exposé fort clairement le fonctionnement de divers instruments de musique radioélectriques et photoélectriques. C'est à cette étude que nous emprunterons les données de cette chronique.

Ethérophone. — L'éthérophone, qui a paru très mystérieux à beaucoup d'auditeurs, repose, en réalité, sur un principe très simple. Il utilise les battements musicaux de deux ondes de haute fréquence.

A ce propos, M. Adam rappelle que ce principe n'est pas nouveau et remonte au moins aux premières applications des ondes entretenues. Il date, en fait, de l'utilisation des hétérodynes pour la réception des ondes entretenues. On sait, en effet, que l'hétérodyne sert à moduler, sur une note musicale, une émission radioélectrique faite sur ondes entretenues dont la détection ne fournirait qu'un courant continu, incapable d'agir sur un téléphone. L'hétérodyne émet localement des ondes radioélectriques sur une fréquence voisine de celle qui caractérise l'émission à recevoir. La superposition des ondes du poste transmetteur et des ondes de l'hétérodyne produit des battements d'une fréquence égale à la différence de fréquences des deux séries d'ondes, qui se trouve dans la limite des fréquences audibles. Cette fréquence, par suite et la hauteur du so nrendu par le téléphone récepteur, dépendent de la fréquence des ondes émises par l'hétérodyne. On peut les faire varier à volonté en agissant sur l'hétérodyne.

Dans l'éthérophone, des oscillations sont produites sur une longueur d'onde moyenne de 100 m., c'est-à-dire à la fréquence approximative de 300.000 périodes par seconde, au moyen d'un émetteur à lampes triodes de faible puissance, constitué par deux hétérodynes couplées. La tension sur les plaques des lampes peut atteindre 160 V.: elle est fournie par une petite batterie d'accumulateurs. Une autre batterie à basse tension sert au chauffage des filaments.

La caractéristique essentielle de l'appareil est qu'il y a effectivement rayonnement d'ondes à haute fréquence. De l'éthérophone, enfermé dans un boîtier formant cage de Faraday, émerge une tige métallique verticale jouant le rôle d'antenne, et une spire de fil de cuivre placée horizontalement sur le côté.

Le fonctionnement de l'appareil consiste à faire varier la capacité et la self-inductance des circuits oscillants en approchant la main droite de l'antenne verticale et la main gauche de la spire. Le prèmier mouvement détermine la variation de fréquence des battements et, par conséquent, règle la hauteur de la note. Le second mouvement, en modifiant les constantes du résonateur, fait varier l'amplitude des ondes de haute fréquence et, par suite, l'amplitude

de l'onde de battement, c'est-à-dire l'intensité du son. Ces deux mouvements sont exercés d'une façon continue : le premier, qui doit suivre les notes de la partition musicale, est évidemment le plus compliqué et est, de ce chef, dévolu à la main droite; le second est réservé à la main gauche en raison de sa simplicité.

Piano radioélectrique. — Une solution, peut-être plus simple que la précédente, a été indiquée, il y a quelques années, par M. Givelet, président du Radio Club de France. Le piano radioélectrique vient d'être exposé au premier Salon des Sciences et des Arts, au Grand Palais des Champs-Elysées. Bien que plus simple en principe, le piano est d'une construction plus complexe que celle de l'éthérophone. Chaque note est produite par un circuit séparé, résonnant non pas sur une note de battement, mais sur une fréquence téléphonique directement engendrée. Les circuits résonnants sont constitués par des condensateurs de capacité appropriées et par des bobines à noyau de fer.

L'avantage d'un réglage par variation continue, lorsqu'il est opéré à la fois sur tous les circuits oscillants, est de se prêter parfaitement à la transposition musicale d'un ton dans un autre.

Le piano radioélectrique ne possède que deux octaves. Par le jeu de la sélection électrique des harmoniques, il parvient à rendre toutes les notes d'une gamme de sept octaves au moins. L'utilisation des harmoniques apparaît donc comme un progrès considérable, puisqu'elle réduit les dimensions, le poids et l'encombrement de l'instrument. Ce piano, qui donne l'illusion d'un piano à queue ou de grandes orgues, est en définitive un appareil portatif très réduit, qu'on peut installer dans les plus petites pièces. Il permet de faire entendre les sons loin de la pièce où l'on joue; il suffit, pour cela, d'établir une transmission des courants entre le piano et le haut-parleur, par une liaison avec ou sans fil.

Le cellulophone. — L'oscillographe a révélé la forme des ondes acoustiques caractéristiques des différents timbres; il était naturel de penser qu'inversement, en partant des oscillogrammes, on pourrait reproduire les timbres. C'est ce qu'a réalisé M. Toulon à partir du cellulophone. Cet appareil repose sur l'emploi d'une cellule photoélectrique au potassium. On illumine périodiquement la cellule, au moyen d'un faisceau lumineux constant traversant un disque tournant perforé. Sur le même axe de rotation, on peut fixer plusieurs disques concentriques. La note musicale produite dans le téléphone relié à la pile photoélectrique dépend du nombre de trous contenus sur un même cercle et de la vitesse de rotation; le timbre de la note reproduite est lié à la forme des trous.

On réalise un appareil de musique en faisant tomber sur la cellule le faisceau lumineux interrompu et envoyant le courant ainsi produit dans un haut-parleur, après l'avoir amplifié.

Orgue radioélectrique. — Signalons également que M. Bertrand a mis au point un orgue radioélectrique basé, comme l'éthérophone, sur le phénomène des battements dus à la superposition des ondes produites par deux hétérodynes.

Conclusion. — « Il n'est pas douteux, écrit M. Adam en conclusion de sa très intéressante étude, que l'apparition d'un certain nombre d'instruments de musique électriques, radioélectriques ou photoéletriques est un signe des temps. Point ne s'agit de ramener l'art à la science ou inversement. Les techniques nouvelles apportent seulement le tribut de moyens nouveaux avec tous les avantages inhérents à leur nature : extension à toutes les régions de la gamme, prolongement du registre des divers instruments existant, production de mélodies anharmoniques, transposition instantanée et automatique des morceaux, transmission électrique ou radioélectrique de la musique avec ou sans fil, distribution rationnelle du son au moyen de haut-parleurs disposés en raison des nécessités acoustiques. Il y a donc un vaste champ d'utilisation offert à la nouvelle musique, mais il paraît encore téméraire de préjuger de la forme qu'elle adoptera. L'avenir est-il à un instrument sans clavier, comme celui du professeur Thèremin, ou à un instrument à clavier électrique comme celui de A. Givelet ou photoélectrique comme celui de P. Toulon ? Nul ne peut encore se prononcer et d'ailleurs, il est fort possible que chacun de ces trois principes réponde à un intérêt pratique différent ». A. Bc.

Photographie

Le mécanisme de la formation de l'image latente. — Une connaissance du processus par lequel l'image latente est produite pendant l'exposition d'une émulsion photographique à la lumière serait de première importance pour le développement de la photographie. Depuis quelques années ce problème a été mis à l'étude dans les laboratoires de la « British Photographic Research Association ». M. F. C. Toy donne dans *Nature* un exposé des progrès considérables auxquels les chercheurs de ce laboratoire sont arrivés. Nous empruntons à la revue anglaise les renseignements suivants (septembre 24).

Comme premier pas, la méthode de recherche a été d'essayer d'identifier le mécanisme photographique avec quelques caractéristiques des haloïdes d'argent qui pourraient être étudiées par des méthodes purement physiques, dans l'absence de tout facteur troublant comme la gélatine.

Il a été reconnu depuis longtemps que les haloïdes d'argent possèdent à la fois des propriétés photoélectriques et photoconductives. Par les premières on entend la libération complète des électrons des sels soumis à l'action de la lumière, et par la seconde la libération d'électrons résultant d'un changement de conductibilité par l'effet de l'éclairement (phénomène appelé quelquefois effet photoélectrique *interne*). Il semble possible que le mécanisme responsable de l'un de ces effets puisse être identifié avec celui qui produit l'image photographique latente. Depuis deux ans une série d'expériences ont été entreprises sous la direction de M. Toy pour étudier à fond ces deux effets sur les haloïdes d'argent et en particulier sur le bromure d'argent.

Les résultats d'une longue série d'expériences publiée dans le *Philosophical Magazine* (3.482. 1927) ont montré que le mécanisme potographique n'était pas photoélectrique dans le sens d'une libération complète des électrons des cristaux de bromure d'argent. La preuve en faveur de cette conclusion se trouve dans le fait que les actions photographiques sont produites dans une émulsion de bromure d'argent par des radiations de longueurs d'onde beaucoup plus grandes que celles qui produisent quelques émissions photoélectriques de ces sels.

Une étude détaillée du second effet, l'effet de photoconductibilité a conduit à des résultats, suffisamment nets pour en justifier une publication préliminaire.

Pour beaucoup de raisons un parallélisme doit exister entre les effets photographiques et les effets de photoconductibilité. Par exemple, les régions spectrales dans lesquelles les émulsions sont photographiquement sensibles sont les mêmes du côté des grandes longueurs d'onde que celles auxquelles les haloïdes purs correspondants montrent les effets photoconductifs. Prenons le cas le plus important, celui du bromure d'argent. La sensibilité spec-

tral photographique d'une émulsion lente de bromure d'argent s'accroît très rapidement vers le bleu aux environs de λ 5.000. Les expériences de Coblentz (Bu. of St. Sc. pap. n° 256) sur la photoconductibilité du bromure d'argent montrent que cet effet commence dans la même région spectrale que l'effet photographique et s'accroît aussi vers le bleu. Dans cette région les deux effets sont parallèles. Les résultats de Coblentz, cependant, montrent une différence très notable entre les deux effets, en ceci que lorsque la longueur d'onde décroît à partir de λ 5.000 l'effet photoconductif (pour une énergie égale), après s'être rapidement élevé à un maximum, *tombe pratiquement à zéro aux environs de* λ 4.200. Ceci à première vue semble indiquer que les mécanismes produisant les deux effets sont très différents puisqu'il est bien connu que l'action photographique se prolonge bien au-delà de λ 4.200.

Dans le cas de plaques à couches aussi épaisses que celles qui sont d'habitude employées en photographie, il y a une diminution apparente de sensibilité lorsqu'on passe du violet à l'ultra-violet. Cet effet paraît être dû non à une diminution réelle de la sensibilité des grains de bromure d'argent, mais à des effets secondaires provoqués par l'épaisseur de la couche sensible. Des expériences avec des plaques à couches minces démontrent en effet que la sensibilité photographique du bromure d'argent s'accroît lorsqu'on passe du violet à l'ultra-violet. On pouvait supposer que la décroissance rapide de la photoconductibilité dans le violet et l'absence apparente de cet effet dans l'ultra-violet observées par Coblentz étaient aussi dues à un effet d'épaisseur dans les spécimens qu'il avait employés, et n'étaient pas une caractéristique inhérente du bromure d'argent.

Puisque l'absorption de la lumière par le bromure d'argent s'accroît très rapidement lorsque la longueur d'onde décroît du bleu à l'ultra-violet, les radiations bleues pénètrent bien plus profondément que les radiations ultra-violettes dans la couche de bromure d'argent. Puisque de plus, la conductibilité électrique dépend de l'épaisseur entière de la couche, les effets relatifs de photoconductibilité pour différentes radiations dépendent de cette épaisseur, tout comme les effets photographiques. Des expériences ont été entreprises pour mesurer l'effet photoconductif pour trois radiations λ 4385 (bleu) λ 4060 (violet) et λ 3650 (ultra-violet) et pour voir si leurs valeurs relatives variaient avec l'épaisseur du bromure d'argent type employé.

Des expériences préliminaires ont complètement vérifié ls prévisions et ont montré que tandis qu'avec un spécimen assez épais (environ 0,7 mm.) l'ordre relatif des effets est bleu > violet > ultra-violet, cependant lorsque l'épaisseur décroît suffisammen l'ordre indiqué ci-dessus est complètement renversé. La couche la plus mince étudiée jusqu'ici est d'environ 0.07 m/m.; pour celle-ci, l'effet d'une quantité donnée d'énergie est d'environ deux fois plus grand à λ 3.650 qu'à λ 4358. Ainsi disparaît ce qui avait semblé constituer la plus grande difficulté dans la démonstration de l'identité du mécanisme photographique et de celui qui produit un changement dans la conductibilité électrique par l'effet de la lumière.

Il y a des preuves expérimentalse considérables que le mécanisme de l'effet photoconductif observé avec beaucoup d'haloïdes métalliques cristallins entraîne la libération d'électrons des ions haloïdes de la couche. Les recherches de M. F. C. Tóy donnent beaucoup de poids à l'hypothèse que la formation de l'image latente entraîne le transfert d'électrons des ions brome aux ions argent par suite de la formation d'argent métallique et de brome libre.

J. B.

Physiologie

Le glucose excitant physiologique de la sécrétion interne du pancréas. — Depuis plusieurs années, on sait que l'hyperglycémie consécutive à l'injection de glucose est suivie d'une phase d'hypoglycémie. M. Képinov et Mme Petit-Dutaillis ont eu l'idée d'expérimenter avec des animaux dont la glande pancréatique était réduite à un minimum compatible avec un équilibre normal du sucre sanguin et de leur faire ingérer le glucose au lieu de le leur injecter.

Ils ont constaté que c'est bien le pancréas qui intervient dans le phénomène envisagé car, chez des chiens partiellement dépancréatés et porteurs d'une greffe pancréatique en parfait état de fonctionnement, « l'hyperglycémie consécutive à l'ingestion de glucose est toujours plus accusée, plus durable » que chez des animaux normaux auxquels on injecte ou fait ingérer du glucose. De plus, chez les chiens à pancréas réduit, l'hyperglycémie consécutive à l'ingestion du glucose n'est jamais suivie d'une baisse du sucre sanguin au-dessous de son niveau normal (*C. R. Soc. de Biologie*, 10 décembre 1927). Comme le font remarquer les auteurs, le glucose apparaît donc bien comme un excitant de la sécrétion interne du pancréas, intervenant dans la régulation de la production d'insuline pour maintenir la glycémie à son niveau normal.

A. B.

Thérapeutique

Action comparée de l'ingestion de divers sels calciques sur le taux de la calcémie. — Il résulte des recherches de M. H. Dorlencourt qu'il ne faut pas compter sur l'ingestion de sels insolubles de calcium pour relever le taux de la calcémie dont l'augmentation est la règle avec les sels solubles. (*C. R. Soc. Biologie*, 10 décembre 1927). La grandeur, la rapidité d'apparition et la durée de cette augmentation, après ingestion d'une dose unique, varient bien entendu pour les différents sels.

En opérant avec des doses journalières de divers composés et en ayant soin d'administrer pour chacun de ceux-ci la même quantité de calcium, M. Dorlencourt a constaté qu'à tous égards c'est le chlorure de calcium qui est le plus actif, après lui viennent le biphosphate, puis le lactate et le glycérophosphate. Il est intéressant de noter également que, parmi les sels de solubilités comparables, les composés à acide minéral déterminent une augmentation du taux de la calcémie beaucoup plus grande que les sels à acide organique.

A. B.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 16 janvier 1928.

HYDRODYNAMIQUE. — *Emile Merlin* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur les fluides à stratification cylindrique en rotation autour d'un axe.**

MÉCANIQUE. — *Ch. Colombi* (prés. par M. Rateau). — **Sur le nombre de tours spécifiques des turbines à vapeur.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *A. Levêque* (prés. par M. G. Kœnigs). — **De l'influence de la variation de la température le long de la paroi d'échange sur la transmission de chaleur entre cette paroi et un fluide en mouvement.**

CALCUL MÉCANIQUE. — *G. Nicoladzé* (prés. par M. d'Ocagne). — **Arithmomètre à multiplication directe purement électrique.**

L'auteur décrit une machine automatique qu'il projette de construire et qui donnera le résultat de l'opération immédiatement après avoir enregistré deux chiffres par une simple pression de boutons. La machine qui ne contiendra aucune partie mécanique compliquée fonctionnera au moyen d'un groupe d'électro-aimants agissant sur un système de commutateurs déterminant les interruptions et circuits nécessaires.

M. d'Ocagne rappelle à ce sujet que l'électricité a déjà été employée pour actionner une machine à calculer due à M. Torrès Quevedo, mais que celle de M. Nicoladzé est toute différente.

NAVIGATION. — *J. Fieux* (prés. par M. L. Lecornu). — **Sur un nouvel appareil antiroulis gyroscopique.**

L'auteur s'est proposé d'obtenir, uniquement par le jeu de résistances passives, à l'exclusion de toute action de ressort, de contrepoids ou d'élément pilote : 1° l'effet de rappel de l'équipage mobile vers sa position moyenne; 2° l'allure pseudo- sinusoïdale du couple de stabilisation ou d'amortissement; 3° la limitation convenable de l'amplitude des précessions; 4° la suppression presque totale du déphasage entre l'action perturbatrice de la houle et la réaction de l'élément gyroscopique, c'est-à-dire les quatre conditions essentielles d'un fonctionnement correct assurant le maximum d'efficacité. La description et le fonctionnement de l'appareil sont accompagnés de figures explicatives.

CLIMATOLOGIE. — *F. Bordas* et *A. Desfemmes* (prés. par M. d'Arsonval). — **Pluies de poussières et pluies de sel.**

Ces pluies se sont produites le 1er novembre 1926 dans divers départements et se sont renouvelées, mais, moins abondantes, le 27 novembre 1927. La chute des poussières de 1926 a été très importante, les particules terreuses sont restées en suspension dans l'atmosphère pendant 57 jours et la quantité de chlorures (exprimée en chlorure de sodium), tombée pendant ce laps de temps a été de 24 gr. par mètre carré.

Dans la chute de 1927, l'eau contenait 90 mg. de chlore calculé en chlorure de sodium, soit 3 gr. 300 par mètre carré.

ÉLECTRICITÉ. — *A. Lafay* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur la force électromotrice de frottement des métaux.**

La force électromotrice de frottement des corps métalliques obéit dans des limites étendues aux deux lois suivantes. Elle est :

1° Proportionnelle à la vitesse relative des deux substances frottantes;

2° Indépendante de la pression qui les tient en contact.

L'auteur, pour donner une idée de l'ordre de grandeur des forces électromotrices observées, indique que pour des vitesses linéaires de glissement V, comprises entre 0 et 8 m. par seconde. la force électromotrice de frottement de l'argent sur l'acier poli est égale à $8.10^{-3}V$ volts et celle du cuivre placé dans les mêmes conditions $0{,}16.10^{-3}V$ volts.

RADIOACTIVITÉ. — *H. Jedrzejowski.* — **Sur le phénomène d'inversion dans la biotite soumise à l'action des rayons α.**

Les recherches effectuées avec une biotite provenant de Sibérie paraissent confirmer le phénomène d'inversion dans l'action des rayons X et montrent en outre que la détermination de l'âge des minéraux par les halos peut conduire à des nombres erronés, puisque aux mêmes données de la courbe de noircissement peuvent correspondre deux ou, peut-être, plusieurs valeurs des abscisses.

— *Grilley* (prés. par M. J. Perrin). — **Spectrographie des rayons γ par diffraction cristalline.**

Dans le spectre d'un tube d'émanation de Ra, l'auteur a obtenu des raies (attribuables à RaB et RaC) comprises entre 35 et 284 UX. La longueur d'onde la plus courte qui a été mesurée est 35 UX correspondant à une énergie de 353 kilovolts et à un angle de réflexion de 21'5. Les résultats sont en accord avec ceux des spectres corpusculaires jusqu'à cette limite de 353 kilovolts, sauf dans la région très complexe qui comprend les raies K de fluorescence, et dont la structure exacte n'était pas établie.

PHOTOGRAPHIE. — *G. Simon* (prés. par M. A. Cotton). — **Développement des plaques de Daguerre par pulvérisation de cathode.**

Les plaques d'argent poli légèrement attaquées par des vapeurs d'iode, étant impressionnées, se révèlent ordinairement à la vapeur de mercure. L'auteur remplace celle-ci par une pulvérisation obtenue à partir d'une cathode en cuivre amalgamé. La projection ne doit pas excéder une fraction de seconde, sans quoi l'image est floue.

— *H. Chrétien* (prés. par M. L. Lumière). — **Procédé photographique à grande luminosité.**

L'accroissement de luminosité obtenu par des moyens optiques paraît être arrivé à la limite pratique, car l'accroissement de l'ouverture des objectifs ne s'obtient qu'au préjudice de l'étendue de leur champ et de leur tolérance de mise au point. L'auteur, au cours de recherches photométriques sur la distribution des étoiles, a trouvé une manière d'éviter ce dilemme. Il dispose dans le plan focal de l'astrographe un certain nombre de petites lentilles à très court foyer; la plaque photographique est exposée en arrière, dans le plan conjugué de l'objectif, et enregistre ainsi les anneaux oculaires dans chacun desquels se concentre toute la lumière qui tombe sur la lentille correspondante.

CHIMIE PHYSIQUE. — *H. Colin* et *A. Chaudun* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **Vitesse d'hydrolyse et concentration en ions hydrogène.**

On ne peut rapporter aux seuls ions hydrogène l'inversion du saccharose par les acides étendus, car la vitesse initiale d'hydrolyse croît plus vite ou moins vite que la concentration en sucre cristallisable, suivant que le catalyseur est un acide fort ou un acide faible; en outre, elle est augmentée par la présence des sels sans ion commun avec l'acide.

Les auteurs démontrent qu'il est impossible de rapporter aux variations de la concentration en ions hydrogène les variations de la constante d'hydrolyse en fonction de la teneur en sucre.

— *P. Chevenard* et *A. Portevin* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **Causes de la variation de volume accompagnant le durcissement des alliages légers aluminium-cuivre.**

Au-dessus de 170°, la précipitation de Al^2Cu est mise en évidence par un durcissement, un accroissement de volume et une diminution de la dilatabilité. L'intensité du phénomène croît d'abord rapidement avec la température θ, puis elle décroît au-delà de 250°, alors que la température se rapproche de celle qui correspond à la solubilité complète.

La précipitation est étrangère à la contraction observée au-dessous de 170° et il faut admettre l'existence d'une réaction particulière, due peut-être à la présence, dans l'alliage industriel, d'impuretés ou d'additions.

— *P. Laffite* et *P. Dumanois* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur la vitesse de l'onde explosive.**

Les mesures effectuées montrent que la vitesse de propagation de l'onde explosive est indépendante de la présence d'antidétonnant dans les mélanges gazeux essayés.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Max* et *Michel Polonovski* (prés. par M. Ch. Moureu). — **ψ-scopine et scopoline.**

La différenciation de la ψ-scopine, $C^8H^{13}O^2N$, avec la scopoline ne se limite pas aux propriétés physiques de tous leurs dérivés. Les auteurs montrent, dans cette nouvelle Note, qu'elle s'étend à certaines réactions chimiques, notamment aux produits d'oxydation.

— *E. Tassilly, A. Belot* et *M. Descombes* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur la saponification par les alcalis, du phényléthlmalonate d'éthyle.**

Dans la saponification du phényléthylmalonate d'éthyle, il y a formation constante d'acide phényléthylacétique, ce corps devenant le produit normal de la saponification alcoolique à chaud.

L'acide phényléthylmalonique se produit dans les meilleures conditions de rendement, soit en milieu aqueux à l'ébullition, soit en présence de potasse pulvérisée à froid, cette dernière méthode étant d'une exécution particulièrement aisée.

Le phényléthylmalonate acide d'éthyle ne s'obtient qu'en milieu hydro-alcoolique à froid ou en présence de potasse sèche en quantité limitée.

— *J. Bougault* et *L. Daniel* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur les sulfoxytriazines.**

Les auteurs ont étudié les thiosemi-carbazones des acides α cétoniques et ont reconnu qu'elles possèdent une plus grande tendance à la cyclisation que les semi-carbazones étudiés précédemment.

Les sulfoxytriazines, comme les dioxytriazines ont une réaction acide plus accentuée même que celle de ces derniers composés. Comme eux les sulfoxytriazines peuvent donner des monoéthers et des diéthers, par action de leurs dérivés sodés sur les iodures d'alcoyles. Mais les monoéthers seuls ont pu, jusqu'ici, être isolés à l'état pur et cristallisé.

Les auteurs ont préparé trois sulfoxytriazines : les phényl, benzyl et phényléthylsulfoxytriazines, fondant respectivement à 296°, 194° et 210°.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *A. Apard* (prés. par M. Vieille) — **Sur des complexes métalliques des nitrates de cellulose**

L'action des oxydes en hydrates métalliques sur les solutions de nitrate de cellulose conduit à la formation de complexes solubles ou insolubles dans le solvant où ils prennent naissance, et renfermant du nitrate de cellulose et un reste métallique. Le phénomène paraît tout à fait général : il pourrait correspondre à l'existence de propriétés acides reconnues dans les nitrates de cellulose.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *Pierre Termier.* — **Le pays des nappes des Alpes françaises.**

Les *pays de nappes* des Alpes françaises est constitué par l'accumulation de plusieurs grandes nappes, charriées de l'Est sur le *pays autochtone* et reposant sur lui. Ce paquet de grandes nappes accumulées comprend *trois* unités principales : la *nappe des Aiguilles d'Arves* (Jean Boussac) ou nappe de l'Embrunois (Emile Haug), la plus basse des trois; la *nappe du Briançonnais*, intermédiaire; la *nappe des Schistes Lustrés*, la plus haute. Ce que Boussac et Haug appelaient nappe du Mont Pourri ne se distingue pas de la nappe du Briançonnais et doit donc être définitivement rayé de la nomenclature.

— *Paul Fallot* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur la partie centrale des Sierras de Segura (Andalousie).**

Dans la portion étudiée, les Sierras de Segura semblent appartenir à l'avant-pays des nappes charriées et former un ensemble autochtone ou subautochtone. Mais leur extrémité Sud-Ouest, décollée, chevauche un peu le Miocène et présente, au moins localement, une terminaison anormale dans le complexe de Trias et de marnes crétacées et tertiaires qui s'étend de Huesa à Cabra de Santo Cristo.

La limite entre les massifs autochtones et ceux qui sont charriés n'est pas connue au-delà de Nerpio.

BACTÉRIOLOGIE. — *E. Leclainche* et *H. Vallée.* — **Sur la vaccination contre le charbon symptomatique.**

Supercentrifugation, concentration et formolisation des cultures représentent d'excellentes techniques pour l'obtention de vaccins symptomatiques irréprochables. La formolisation, en corrigeant la toxicité des vaccins, réduit à un risque pratiquement négligeable les inconvénients que représente, chez les porteurs de germes latents, la sensibilité aux *piqûres*, si bien mise en évidence par les expériences de Boquet et de Sanarelli.

Les auteurs ont constaté la parfaite stabilité des vaccins amicrobiens et des vaccins intégraux. Leur conservation est parfaitement assurée durant huit mois à l'abri de la lumière.

MÉDECINE. — *Nemours-Auguste* et *A.-R. Barrieu.* — **Sur le traitement de l'angine de poitrine par la radiothérapie.**

Ni les poumons, ni le cœur, ni les centres nerveux ne sont sensibles aux rayons X, aux doses nécessaires pour le traitement proposé. Aucun incident n'est à redouter. En outre la rapidité de la méthode doit faire interdire toute intervention sanglante. Elle peut être appliquée même chez les angineux en état d'insuffisance cardiaque.

LITHOLOGIE. — *Jacques Bourcart* et *M.-E. Denaeyer.* — **Sur les caractères lithologiques des roches intrusives du Massif Central saharien (Mission Jacques Bourcart, 1922-1923).**

Les roches intrusives granitoïdes du complexe schisto-cristallin de cette région sont, en général, des roches quartziques à feldspaths alcalins et plagioclases pauvres en éléments ferro-magnésiens. Parmi ceux-ci, les plus fréquents sont la biotite et l'amphibole verte.

Les granites *sensu stricto* (microcline ou orthose>oligoclase) sont les plus abondants. Quand la quantité de silice libre diminue, ces roches passent à des syénites calco-alcalines, des diorites et parfois au gabbro.

BOTANIQUE. — *A. Guilliermond* (prés. par M. Molliard). — **Quelques faits nouveaux relatifs au développement du *Spermophthora gossypii*.**

Le mycélium du *Spermatophthora*, dépourvu de toute cloison, renferme des noyaux relativement volumineux qui sont assez espacés, et, en dehors du chondriome, de nombreuses vacuoles remplies de métachromatine et d'abondantes granulations graisseuses. Il montre, en outre, des cristalloïdes parfois très gros, nettement en dehors des vacuoles, ne se colorant pas vitalement et présentant la réaction de Millon.

Les filaments ont la curieuse propriété de former par bourgeonnement latéral des conidies levures qui ne se détachent jamais du filament qui les a produites, et qui dégénèrent en même temps que lui.

Le *Spermatophtora* possède, en définitive, un mycélium primaire tout à fait analogue, à celui des Siphomycètes

et un mycélium secondaire à articles uninucléés semblable à celui d'un *Septomycète*.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *P. Gavaudan* (prés. par M. P.-A, Dangeard). — **Sur les rapport du vacuome et du système oléifère des Jungermanniacées.**

Chez le *Plagiochila asplenioides*, il résulte d'observations sur le frais ou après colorations vitales qu'au moins à l'état jeune, le système oléifère occupe une position cytoplasmique chez *Scapania nemrosa*, *Lophocolea bidentata*, le vacuome est également indépendant du système oléifère.

PHYSIOLOGIE. — *J. Amar* (prés. par M. d'Arsonval). — **Le quotient respiratoire.**

L'auteur arrive à cette conclusion relative au traitement de l'obésité. L'effet des bains froids et du séjour dans un climat glacial est plus rationnel, plus utile que celui de l'exercice, à moins de combiner l'exercice avec le jeûne. En sorte que le régime, actuellement employé, du jeûne et du repos au lit est absurde. On obtient des résultats plus certains et plus durables en préconisant les bains froids (si rien ne s'y oppose), une ration alimentaire insuffisante et des exercices sans surmenage.

— *A. Fessard, H. Laugier* et *S. Nouel* prés. par M. L. Mangin). — **Indice de réparation d'un système neuro-musculaire au cours du travail.**

Les auteurs présentent dans cette Note une première série de recherches dont l'objet est de mesurer la plus ou moins grande facilité de réparation d'un système neuro-musculaire au cours du travail.

Les expériences ont été faites en demandant au sujet des contractions volontaires de l'index soulevant un poids de 4 kgr. suivant des rythmes de 30 ou de 60 par minute. L'indice est le quotient de la quantité de travail produite avec le rythme 30, par la quantité de travail produite avec le rythme 60.

ÉLECTROPHYSIOLOGIE. — *Philippe Fabre.* — **Sur la forme des contractions musculaires en excitation indirecte par courants linéaires.**

Une première forme très particulière (forme A) figure une série d'échelons, qui paraissent traduire la mise en train saccadée des divers éléments du muscle. Si l'on utilise des courants de pente nettement supérieure à la pente limite le nombre des échelons diminue la période croissante, l'apogée, la décontraction sont plus brefs (forme B). Pour des courants de pente encore plus abrupte, la contraction se rapproche du type galvanique (forme C).

Les contractions du premier type (forme A) s'obtiennent facilement sur les animaux vigoureux, disséqués avec soin et bien protégés contre le dessèchement. Si ces conditions ne sont pas remplies, la constante linéaire décroît très rapidement et les contractions du type galvanique sont seules observées.

PHARMACODYNAMIE. — *J. M. Le Goff* (prés. par M. Charles Richet). — **Action vasodilatatrice des sels de cobalt.**

La vasodilatation, observée chez l'homme et obtenue également chez l'animal, se produit chaque fois que l'on fait une injection hypodermique de 1 centigramme de cobalt; elle semble due à l'action spécifique de ce métal sur le grand sympathique.

EMBRYOLOGIE. — *C. Dawydoff* (prés. par M. F. Mesnil). **Quelques observations sur le développement des Entéropneustes.**

Le développement de *Ptychodera minuta* est plus direct même que celui des *Dolichoglossus* des Etats-Unis. En effet, aucun stade n'y saurait être qualifié de larvaire, l'embryon restant toujours complètement privé d'organes larvaires provisoires.

BIOLOGIE. — *L. Léger* et *C. Motas* (prés. par M. Ch. Gravier). — **Sur la faune lacustre du Grand Lautien.**

Le Grand Lautien situé en Provence, au nord de la plaine de Garéoult à 310 m. d'altitude moyenne, est un lac que son aspect étrange et son origine singulière désignent tout particulièrement à l'attention des biologistes.

Si la faune de ce lac est d'une pauvreté et d'une monotonie remarquables en regard des groupes zoologiques typiques et communs des eaux stagnantes, elle présente, par contre, une variété inattendue en ce qui concerne des Hydracariens. Sur 13 espèces d'Hydracariens recueillis, une forme, totalement inconnue, et pourtant nombreuse dans le lac, devra constituer un genre nouveau, *Limnolgeria longiseta* n. g. sp.

MICROBIOLOGIE. — *C. Mathis* (prés. par M. F. Mesnil). — **Transmission expérimentale du spirochète de la Musaraigne par le Pou.**

Il est vraisemblable que le rôle de transmission appartient à une Tique, différente d'*Ornithodorus moubata* dont la présence est inconnue au Sénégal. Au cours de ses recherches, l'auteur a réussi à transmettre *Spirochæta Crociduræ* du singe au singe par l'intermédiaire des poux. C'est cette expérience qui est rapportée dans cette Note.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Cordier, Lesbouyries* et *Verge* (prés. par M. E. Leclainche). — **Syndrome hypoglycémique et fièvre vitulaire.**

Il résulte des expériences relatées dans cette Note que certains troubles nerveux sont sous la dépendance de l'hypoglycémie et que la synthaline, comme l'insuline, est capable de provoquer, chez les bovidés, l'hypoglycémie et le coma vitulaire.

— *Marcel Labbé, H. Roubeau* et *F. Nepveux* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Action des sels de nickel et de cobalt sur le pouvoir hypoglycémiant de l'insuline chez le diabétique.**

L'injection des sels de cobalt de nickel sans insuline a été, chez l'homme sain ou diabétique, sans effet hypoglycémiant. Ce résultat est conforme à ceux obtenus par G. Bertrand et Machebœuf sur l'animal.

Les modifications apportées à l'action de l'insuline sur l'homme diabétique par l'addition de sels de nickel et de cobalt, ne concordent pas avec celles observées chez le lapin et le chien sains. Ces divergences tiennent peut-être aux dissemblances qui existent entre le métabolisme des glucides chez l'animal sain et chez l'homme diabétique.

CHIMIE PATHOLOGIQUE. — *Léon Blum* et *P. Grabar* (prés. par M. Widal. — **Les altérations de la fonction rénale par hypochloruration.**

Chez le diabétique, les altérations rénales disparaissent après ingestion de NaCl et sont la suite de l'hypochloruration. Les auteurs ont pu observer ces faits chez des diabétiques graves arrivés à l'état de coma.

RADIOLOGIE. — *Jean Saidman* (prés. par M. M. de Broglie). — **Sur les propriétés thérapeutiques des rayons X de 8 Angstrom.**

Les résultats obtenus témoignent que les rayons de 8 Angström sont des agents thérapeutiques remarquables et que le tube générateur de Dauvilliers se prête à des applications médicales. L'auteur a pris comme exemple des cas d'eczéma chronique et des psoriasis rebelles à divers traitements médicaux.

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie de Médecine. — MM. J. Lépine, Doyen de la Faculté de Médecine de Lyon et J. Abelous, Doyen de la Faculté de Médecine de Toulouse, ont été élus Membres associés nationaux. Ils étaient Membres correspondants, M. Abelous, depuis 1907 et M. Lépine, depuis 1920.

Bureau des Longitudes. — M. le Général Bourgeois a été nommé Président du bureau, M. Jobin, vice-président et M. Fichot, secrétaire, pour l'année 1928.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — Les Cours, Conférences et Travaux pratiques, pour le second semestre de l'année scolaire 1927-1928, s'ouvriront le jeudi 1er mars et se continueront dans l'ordre suivant :

Analyse supérieure et Algèbre supérieur. — M. Emile Picard, Professeur, fera, les *mercredis* et *samedis*, à 10 h. 1/2, l'étude de diverses conditions aux limites se présentant dans la théorie des équations différentielles. (Première leçon le 5 *mars*).

Calcul différentiel et calcul intégral. — M. Goursat, Professeur, traitera, les *lundis* et *jeudis*, à 9 *heures*, des équations différentielles et des équations aux dérivées partielles.

M. Denjoy, Professeur, fera des conférences en vue du Certificat de Calcul différentiel et Calcul intégral, les *vendredis*, à 15 *h.* 3/4, et à 17 *heures*.

Analyse appliquée a la Géométrie. — M. Julia, Professeur, traitera, les *mardis*, à 14 *heures*, de diverses questions liées à la représentation conforme.

Mécanique analytique et Mécanique céleste. — M. Drach, Professeur, traitera, les *lundis* et *mercredis*, à 15 *h.* 1/4, des petits mouvements des systèmes matériels et des applications de leur théorie à la Mécanique ondulatoire.

Mécanique rationnelle. — M. Paul Montel, Professeur, M. Jean Chazy, chargé du Cours, traitera, les *mardis* et *vendredis*, à 9 *heures*, de la Dynamique des systèmes et de la Mécanique analytique.

M. Denjoy, Professeur, fera des conférences de Mécanique rationnelle, les *samedis*, à 10 *h.* 1/2.

M. E. Cahen, Chargé de Conférences, fera des conférences de Mécanique rationnelle, les *mercredis*, à 9 *heures*.

Théorie des fonctions et théorie des transformations. — M. A. Denjoy, Professeur, fera des conférences, le *jeudi*, à 16 *heures*, sur les notions générales de la géométrie des ensembles et leurs applications à la théorie des fonctions.

Mathématiques générales, Préparation aux sciences physiques. — M. R. Garnier, Chargé du Cours, exposera les *mardis* et *jeudis*, à 17 *h.* 1/2, la seconde partie du Cours de Mathématiques générales.

M. Le Roy, Cargé de Conférences fera des conférences de Mécanique, les *mercredis*, à 17 *h.* 1/2.

M. E. Cahen et Michel, Chargés de Conférences, dirigeront les travaux publiques, les *lundis* à 17 *h.* 1/2.

Astronomie. — M. Andoyer, Professeur, exposera, les *lundis* et *mercredis*, à 9 *heures*, la théorie générale des éclipses.

Mécanique physique et expérimentale. — M. G. Koenigs, Professeur, traitera les *mercredis* et *jeudis*, à 17 *h.* 1/2, des Moteurs thermiques et des Moteurs hydrauliques (Laboratoire de Mécanique).

Les Travaux pratiques auront lieu sous la direction de M. le Professeur Koenigs pour tous les élèves, les *lundis* et *jeudis*, de 8 *h.* 1/2 à 12 *heures*.

M. Villey, Chargé de Conférences : le *lundi*, à 17 *h.* 1/4, Propriétés et utilisation des matériaux solides; le *mardi*, à 17 *h.* 1/4, Conférences et applications sur les diverses parties du programme.

Mécanique des fluides et applications. — M. Henri Villat, Professeur, traitera de quelques problèmes liés à la résistance des fluides (Problème de Stokes, etc.), les *jeudis* et *vendredis* à 9 *h.* 1/2. (Amphithéâtre Le Verrier). Des conférences de divers auteurs, sur des sujets concernant la Mécanique des fluides seront annoncées par des affiches spéciales.

M. Toussaint, Chargé de Conférences, fera, les *mercredis*, à 17 *h.* 1/2, des conférences sur l'Aérodynamique appliquée (Résistance des éléments d'un aéronef, cellules sustentatrices.) (Amphithéâtre de Géologie).

Physique. — M. Cotton, Professeur, traitera les *mardis* et *vendredis*, 10 *h.* 3/4, de l'Optique.

M. Darmois, Professeur, continuera les *mercredis*, à 14 *heures*, ses leçons sur l'Electrolyse et fera les *vendredis*, à 14 *heures*, des interrogations et des exercices sur les matières du cours. (Thermodynamique, électrolyse) (Amphithéâtre de Physique).

M. A. Guillet, Professeur, fera, les *lundis* et *jeudis*, à 14 *heures*, des compléments et exercices.

M. Decombe, Maître de Conférences adjoint, dirigera les Manipulations de Physique qui auront lieu, au Laboratoire d'Enseignement, *tous les jours*, de 8 *h.* 1/2 à 11 *h.* 1/2.

Physique théorique et physique céleste. — M. Bruhat, Professeur, traitera de la Physique stellaire, les *mercredis*, à 15 *h.* 1/4 et les *lundis*, à 10 *h.* 3/4.

Electrotechnique générale. — M. Paul Janet, Professeur, traitera des courants alternatifs et de leurs applications industrielles, les *mardis* et *jeudis* à 9 *h.* 3/4 à l'Ecole Supérieure d'Electricité, 8 à 14, avenue Pierre-Larousse (Malakoff).

Optique appliquée. — M. C. Fabry, Professeur, fera dix leçons sur la photométrie, les *lundis* et *jeudis*, à 10 *h.* 3/4, à l'Institut d'Optique, 3, boulevard Pasteur.

M. Dunoyer, Professeur, fera des conférences sur les instruments d'optique, les *lundis* et *jeudis*, à 9 *h.* 1/4, 3, boulevard Pasteur (Institut d'Optique).

M. Henri Chrétien, Chef des Travaux, fera des conférences sur le calcul des systèmes optiques, les *mardis* et *samedis*, à 9 *h.* 1/2. Les travaux pratique auront lieu le *lundi* et le *mardi*, à 14 *heures*, 3, boulevard Pasteur.

Physique du Globe. — M. Maurain, Doyen, Professeur, dirigera des visites et exercices pratiques dans les stations d'observation.

M. Dongier, Professeur, M. Labrousse, Suppléant, traitera les sujets suivants : Propriétés générales de l'atmosphère, Phénomènes optiques, les *vendredis*, à 16 *heures*, à l'Institut de Géographie, 191, rue Saint-Jacques, Amphithéâtre B. — Climatologie, les *samedis*, à 10 *h.* 1/2, au Laboratoire de Géographie physique.

Aviation. — M. Marchis, Professeur, continuera les cours préparatoires au Certificat de Technique aéronautique, les *mardis* et *jeudis*, à 17 *h.* 1/2.

M. Toussaint, Chargé de Conférences, traitera : des Méthodes de mesure en aérodynamique et dirigera les Travaux pratiques à l'Institut aérotechnique de Saint-Cyr, les *samedis après-midi*.

Chimie. — M. Urbain, Professeur, traitera, les *mardis*, à 14 *heures* : Théorie atomique, Thermodynamique chimique, Applications.

M. A. Job, Professeur, traitera : 1° de Atomistique des réactions et de l'évolution des systèmes chimiques, le *jeudi*, à 9 *heures* (Licence); 2° de la Chimie des Métalloïdes, famille de l'oxygène, famille du chlore, le *lundi*, à 9 *heures* (Licence).

M. Marcel Guichard, Professeur, fera à 10 h. 1/2, les *mercredis*, l'étude des mémoires originaux de chimie générale et les *vendredis*, l'étude de quelques métaux.

M. Auger, Professeur, fera des conférences de Chimie analytique, les *mardis* et *jeudis* à 9 *heures*.

M. Gain, Maître de Conférences adjoint, dirigera les Manipulations de Chimie générale (12, rue Cuvier les *jeudi*, à 10 *h.* 1/2 et le *vendredi*, à 9 *heures* : série grasse à partir des acides inclus).

Chimie physique. — M. Jean Perrin, Professeur, dirigera des conférences et discussions sur les travaux de recherches en cours d'exécution au Laboratoire, les *lundis*, à 16 *h.*

M. Debierne, Professeur, fera des Conférences de Chimie physique et radioactivité (Les propriétés des électrolytes), les *jeudis*, à 14 *heures*.

M. Mouton, Professeur, fera des Conférences les *lundis*, à 17 h. 1/2, sur les substances à l'état colloïdal (sols et gels), en particulier sur les substances ayant une importance biologique.

Chimie biologique. — M. Gabriel Bertrand, Professeur, traitera de la composition élémentaire de la matière vivante, les *mardis* et *vendredis*, à 14 *heures*, à l'Institut Pasteur, 28, rue Dutot.

M. Javillier, Professeur, fera des Conférences sur le fonctionnement chimique des organismes les *lundis* et *samedis*, à 17 *h.* 1/2.

Travaux pratiques, les *mercredis* et *samedis*, de 14 *heures*, à 17 *h.* 1/2.

Etude des combustibles. — M. Mailhe, Professeur, dirigera des Conférences sur les Travaux du Laboratoire, les *lundis* et *mardis*, à 17 *heures*, réservées aux étudiants du Laboratoire.

Chimie appliquée. — M. N..., Professeur.

Des renseignements relatifs à l'enseignement seront donnés dans une affiche spéciale.

M. Boulanger, Chef des Travaux, dirigera des Manipulations, les *lundis* et *mercredis*, à 14 *heures* et les *mardis* et *jeudis*, à 13 *h.* 1/2, au Laboratoire d'Enseignement pratique de Chimie.

Minéralogie. — M. Vallerant, Professeur, traitera des propriétés optiques, polymorphisme et isomorphisme des cristaux, les *lundis* et *jeudis*, à 10 *h.* 3/4.

M. Mauguin, Professeur, continuera les *mercredis* et *samedis*, à 8 *h.* 3/4, la description des Espèces minérales. Les travaux pratiques auront lieu les *mercredis* et *samedis*, de 9 *h.* 3/4 à 12 *heures*, au Laboratoire de Minéralogie.

Anatomie et histologie comparées. — M. Wintrebert, Professeur, traitera de la Morphogenèse de la Tête chez les Vertébrés, et de la structure du Crâne chez les Mammifères, les *mardis* et *jeudis*, à 16 heures. Travaux pratiques préparant au certificat de zoologie, les *jeudis* et *vendredis*, de 8 *h.* 1/2 à 12 *heures*.

Zoologie. — M. Hérouard, Professeur, traitera de la Morphologie des Cœlentérés, des Echinodermes et des Procordes, les *mardis* et *jeudis*, à 14 *h.* 1/2.

Biologie expérimentale. — M. Et. Rabaud, Professeur, étudiera, en vue de la préparation au Certificat de Biologie générale, les *mardis* et *mercredis*, à 10 *heures* (Première Leçon le 6 mars) : 1° l'Hérédité; 2° Organes des sens et comportements. Les Travaux pratiques continueront sous la direction de Mlle Cousin, assistant, les *samedis*, à 14 *heures*.

Physiologie végétale. — M. Molliard, Professeur (Préparation aux Certificats de Physiologie générale et de Botanique), traitera de l'action du milieu extérieur sur les végétaux, les *jeudis* et *samedis*, à 10 *h.* 1/2.

Physiologie générale. — M. Lapicque, Professeur, dirigera des Conférences sur les recherches en cours au Laboratoire, les *mercredis*, à 14 *heures*.

M. Laugier, Chef des Travaux, dirigera les Travaux pratiques en vue du Certificat, les *mecredis*, à 8 h. 1/2, les *jeudis* et les *vendredis*, à 13 h. 1/2.

Physiologie comparée. — M. Portier, Professeur, fera l'étude des phénomènes respiratoires et circulatoires dans la série animale, les *mercredis* et *vendredis*, à 17 *heures*.

Evolution des êtres organisés. — M. F. Picard, Professeur, traitera de la segmentation de l'œuf et de la formation des feuillets embryonnaires, les *lundis* et les *mardis*, à 17 *heures*. Les Travaux pratiques du Certificat de Biologie générale auront lieu, les *lundis*, de 13 *h.* 12 à 17 *heures*, 105, boulevard Raspail.

Botanique. — M. Combes, Maître de Conférences (Fondation du Ministère des Colonies), traitera des plantes appartenant au groupe des Monocotylédones, les *lundis*, à 17 heures, et les *vendredis*, à 10 *h.* 1/2.

M. H. Coupin, Maître de Conférences adjoint, dirigera des Manipulations, les *lundis*, de 13 *h.* 1/2 à 16 *h.* 1/2, et les *mardis*, de 8 *h.* 12 à 11 *h.* 1/2.

Géologie. — M. Charles Jacob, Professeur, traitera des Temps primaires, les *vendredis* et *samedis*, à 14 *h.* 3/4 (Leçon d'ouverture le 2 mars, consacrée à la vie et à l'œuvre d'Emile Haug).

M. A. Michel-Lévy, Professeur, fera des Conférences de Pétrographie, les *lundis* et *mardis*, à 11 *heures*.

M. Joleaud, Professeur, fera, les mercredis et jeudis, à 11 heures, des Conférences de Paléontologie (Vertébrés) et de Stratigraphie (Terrains tertiaires et quaternaires).

M. A. Lanquine, Chef des Travaux, dirigera les travaux pratiques de Géologie, les *mardis*, *mercredis* et *jeudis*, de 9 *heures* à 11 *heures*.

Géographie physique. — M. L. Lutaud, Professeur, fera des Conférences complémentaires sur le programme du Certificat de Géographie physique, les *jeudis*, à 14 *h.* 1/2 (Laboratoire de Géographie physique). Il dirigera, en outre, des excursions dans la région parisienne et dans le Massif central (Causses, Aigoual, Lozère).

M. Dongier, Professeur, M. Labrouste, suppléant, traitera les sujets suivants : Climatologie générale. Etude détaillée de la climatologie de la France et des Colonies. Interprétation des cartes synoptiques quotidiennes, les *samedis*, à 10 *h.* 12 (Laboratoire de Géographie physique).

M. Jacques Bourcart, Chef des Travaux, dirigera les travaux pratiques de Géographie physique, les *lundis* et *mercredis*, de 14 *h.* 1/2 à 16 *h.* 1/2. Il continuera ses conférences de Topographie (levers réguliers et d'exploration), les *jeudis*, à 16 *heures*; exercices complémentaires les *samedis*, à 16 *heures*.

Enseignement préparatoire.
au Certificat d'études physiques, chimiques et naturelles.

Physique. — 1re *Section*. — M. H. Benard, Professeur, traitera les *lundis* et *mardis*, à 9 *heures* : Acoustique, Optique, Radiations.

2e *Section*. — M. A. Dufour, Professeur, traitera les *jeudis* et *samedis*, à 9 *heures* : Electromagnétisme, Acoustique, Optique.

Conférences préparatoires aux Certificats d'Etudes

S. P. C. N. et M. P. C., les *mercredis, à 16 heures 1/2.*

M. Chéneveau, Maître de Conférences adjoint, dirigera les Manipulations de Physique, les *lundis, mardis, vendredis et samedis, de 13 h. 1/2 à 16 h. 1/2.*

Chimie. — 1re *Section.* — M. Freundler, Chargé du Cours, traitera les *jeudis* et *samedis*, à 9 *heures*, des Métaux, des fonctions organiques et des composés biologiques les plus simples.

M. Etaix, Maître de Conférences adjoint, dirigera les Manipulations de Chimie (série impaire), les *lundis* et *mercredis*, de 13 *h.* 1/2 à 16 *h.* 1/2.

2e *Section.* — M. Péchard, Professeur, traitera, les *lundis* et *mercredis*, à 9 *heures* : Métaux, Chimie organique.

Conférences préparatoires aux Certificats S. P. C. N. et M. P. C., les *lundis*, à 16 *h.* 12.

M. Gain, Maître de Conférences adjoint, dirigera les Manipulations de Chimie (série paire), les *mardis* et *jeudis*, de 13 h. 1/2 à 16 h. 1/2.

Zoologie. — M. Rémy *Perrier*, Professeur, continuera l'étude des Groupes zoologiques les plus importants.

Section impaire, les *vendredis, à 10 h. 1/4.*

Section paire, les *jeudis*, à 10 *h.* 1/4.

M. Bohn, Maître de Conférences adjoint, dirigera les Manipulations de Zoologie, les *lundis, mardis, mercredis* et *jeudis*, de 13 *h.* 12 à 16 *h.* 1/4 et de 16 *h.* 1/4 à 19 *heures.*

Botanique. — M. Guilliermond, Professeur, traitera de la Physiologie végétale, puis de la Classification et de la Reproduction des Plantes.

Section impaire, les *lundis* et *mardis*, à 10 h. 1/4.

Section paire, les *mercredis* et *samedis*, à 10 *h.* 1/4.

M. Dauphiné, Chef des Travaux pratiques, dirigera les Manipulations de Botanique, les *mercredis, jeudis, vendredis* et *samedis*, de 13 *h.* 1/2 à 16 *h.* 1/2.

Géologie. — M. A Dereims, Professeur, fera, les *mardis* et *jeudis*, à 16 *h.* 1/4, des leçons de Géologie préparatoires au Certificat S. P. C. N.

Les leçons seront complétées par des travaux pratiques et des excursions.

— *Soutenances de thèses.* — M. Rocard a soutenu le 23 février, une thèse sur la « *Théorie moléculaire de la diffusion de la lumière par les fluides.* »

M. Francis Perrin, a soutenu le 25 février, une thèse sur l' « *Etude mathématique du mouvement brownien de rotation.* »

Muséum national d'Histoire haturelle. — Les Conférences du dimanche ont commencé le 19 février avec celle de M. P. Petit : *Les caractéristiques de la faune malgache. L'organisation de la protection de la nature dans la grande Ile.*

Elles se continueront dans l'ordre suivant :

4 mars. — M. Lacroix : *A travers l'Extrême-Orient.*

11 mars. — M. Rivet : *Impressions d'Argentine et du Paraguay.*

18 mars. — M. F. Le Cerf : *A travers le Grand-Atlas : de Taroudant à Marrakeck.*

Projections en noir et en couleurs.

Les Conférences sont publiques; elles ont lieu à 15 heures, dans le Grand Amphithéâtre du Muséum, 57, rue Cuvier.

— Cours de Zoologie (Malacologie). — M. Joubin, Membre de l'Institut, Professeur, a commencé son Cours le 21 février et le continuera le mardi, le jeudi et le samedi à 10 heures, dans la salle des Cours des Galeries de Zoologie (1er étage).

Le Professeur étudiera les Cœlentérés des Côtes de France.

Ecoles nationales d'Agriculture. — Le montant du droit de diplôme institué par le décret du 14 mars 1924 a été fixé, à partir du 1er janvier 1924, à :

40 francs en ce qui concerne les élèves de l'Institut national agronomique.

30 francs en ce qui concerne les élèves des Ecoles nationales d'Agriculture, de l'Ecole nationale des industries agricoles de Douai et de l'Ecole nationale d'Horticulture de Versailles.

Université de Lyon. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — A été approuvée la délibération du Conseil de l'Université portant création d'un Institut d'éducation physique de cette Université relevant spécialement de la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.

Université de Clermont. — *Ecole de Médecine et de Pharmacie.* — M. le Dr Bureau est institué pour 9 ans Professeur suppléant des chaires d'Anatomie et de Physiologie, en remplacement de M. Paturet.

Université de Grenoble. — *Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie.* — M. Boucher, Professeur suppléant, est nommé professeur de Pathologie expérimentale et de Bactériologie, en remplacement de M. Berlioz, décédé.

Université d'Aix-Marseille. — *Ecole de plein exercice de Médecine et de Pharmacie.* — M. Corsy, Professeur suppléant est nommé Professeur d'Anatomie.

Université de Toulouse. — *Institut agricole de la Faculté des Sciences.* — Un cours complémentaire de Botanique coloniale est créé.

— *Faculté des Sciences.* — M. Jacob, ancien Professeur de Minéralogie est nommé Professeur honoraire.

Ecole supérieure des Mines de St-Etienne. — Un concours d'admission à l'Ecole Nationale supérieure des Mines de Saint-Etienne, réservé aux candidats de nationalité française, s'ouvrira le mercredi 16 mai 1928.

Le nombre maximum d'admissions à prononcer à la suite du concours de 1928 est fixé à 37.

Les candidats pourront subir à leur gré les épreuves écrites à Saint-Etienne, à Paris ou à Lyon. Les examens oraux auront lieu à Saint-Etienne. Les demandes de participation au concours établies sur papier timbré devront parvenir au directeur de l'école entre le 19 mars et le 4 avril 1928.

Tous renseignements complémentaires devront être demandés par les candidats au secrétariat de l'Ecole.

Un concours d'admission réservé aux étrangers, aura lieu pendant le mois de juillet 1928.

Les candidats doivent avoir dix-sept ans au moins au 1er janvier 1928, aucune limite supérieure d'âge n'est imposée.

Le nombre maximum des places mises au concours est fixé à cinq.

Université de Copenhague. — Le Professeur Fibiger, qui s'était rendu célèbre par ses recherches sur le cancer, vient de mourir à Copenhague, à l'âge de 60 ans. Au mois de novembre dernier, il avait été reçu *Docteur honoris causa* de l'Université de Paris.

Université de Leyde. — Le Professeur Lorentz, vient de mourir à l'âge de 75 ans. L'illustre physicien avait reçu le prix Nobel en 1902; l'Académie des Sciences l'avait élu Correspondant en 1902, puis Associé étranger en 1910; il avait été reçu *Docteur honoris causa* de l'Université de Paris, en 1924; il était Commandeur de la Légion d'honneur.

L. F.

Le Gérant : M. Hédan.

Imp. P. et A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 5 — 66e ANNÉE — 10 MARS 1928

DISCONTINUITÉ DE LA MATIÈRE

par M. Jean PERRIN
Membre de l'Institut
Prix Nobel de Physique

(*Suite*)

IV

EMULSIONS NON DILUÉES.

Enfin, allant plus loïn dans l'assimilation des fluides aux émulsions, j'ai pu montrer (1913) qu'une émulsion non diluée est comparable à un fluide comprimé dont les molécules seraient visibles.

Il fallait, pour cela, déterminer la pression osmotique en fonction de la concentration, lorsque les lois des gaz cessent d'être applicables. Considérons à cet effet une colonne verticale d'émulsion, pratiquement illimitée vers le haut. En chaque niveau, la pression osmotique peut être regardée comme soutenant l'ensemble des grains de niveau supérieur, et nous la connaîtrons donc en comptant tous ces grains. L'émulsion sera emprisonnée entre deux glaces verticales, distantes seulement de quelques microns, en sorte que tous les grains puissent être saisis en même temps par une photographie instantanée. D'autre part, la concentration des grains en chaque niveau est fixée par le nombre connu de grains qui, au voisinage de ce niveau se trouvent dans un petit volume connu. Bref, nous connaîtrons ainsi la pression qui correspond à une concentration connue : cela donnera, expérimentalement, la loi de compressibilité, que l'on pourra comparer avec la loi de Van der Wals.

M. René Costantin a fait ces mesures sous ma direction et a vérifié que la loi de Van der Waals s'applique à des émulsions déjà trop concentrées pour vérifier la loi des gaz. La valeur qui en résulte pour le Nombre d'Avogadro est 62.10^{22}.

Pour des concentrations supérieures à 3 %, la loi de Van der Wals elle-même ne convient plus, mais la compressibilité reste mesurable, donc la loi de compressibilité reste empiriquement connue.

Ceci permet, et cette idée a été entièrement due à René Costantin (mort pour la France en 1915), de contrôler une théorie de Smoluchowski sur les fluctuations de densité que doit produire l'agitation moléculaire dans un fluide en équilibre. Selon cette théorie, la « *fluctuation* » $(n'—n)/n$ dans un volume qui contient par hasard n' molécules, alors qu'il en contiendrait n si la répartition était uniforme, a une valeur moyenne qui se calcule quand on connaît la compressibilité du fluide, et où figure le nombre d'Avogadro.

Pour nos émulsions de grains égaux, considérés comme fluides à molécules visibles, les mesures de compressibilité osmotique, poussées

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

jusqu'à la teneur de 7 %, ont vérifié la théorie de Smoluchowski, donnant environ 60.10^{22} pour le nombre d'Avogadro.

V

Mesures du mouvement brownien.

C'est grâce au mouvement brownien que s'établit la répartition d'équilibre d'une émulsion, d'autant plus rapidement que ce mouvement est plus actif. Mais cette rapidité n'importe pas pour la répartition finale. Aussi j'ai d'abord étudié, comme on vient de le voir, la répartition dans le régime permanent, sans faire aucune mesure sur le mouvement brownien. Mais on peut, au moyen de telles mesures, bien que de façon moins intuitive, avoir la démonstration de la structure discontinue de la matière et obtenir une détermination du nombre d'Avogadro.

Cela grâce à Einstein et à Smoluchowski, auxquels ont doit une théorie cinétique du mouvement brownien qui se prête aux vérifications.

Sans s'inquiéter du trajet enchevêtré réel que décrit un grain pendant un temps donné, ces physiciens caractérisent l'agitation par le segment rectiligne qui joint le point de départ au point d'arrivée, et qui, en moyenne, est évidemment d'autant plus grand que l'agitation est plus vive. Ce segment sera le « déplacement » du grain pendant le temps considéré.

Si alors, on admet que le mouvement brownien est « parfaitement irrégulier » à angle droit de la verticale, on prouve que le déplacement horizontal moyen d'un grain devient double quand la durée du déplacement devient quadruple, décuple quand cette durée devient centuple, et ainsi de suite. C'est-à-dire que le carré moyen du déplacement horizontal est proportionnel à la durée t de ce déplacement. (Ce qu'on vérifie aisément).

Or, ce carré moyen est égal à deux fois le carré moyen X^2 de la projection du déplacement sur un axe horizontal arbitraire. Donc, pour un grain donné, la valeur moyenne du quotient X^2/t demeure constante. Evidemment d'autant plus grand que le grain est plus agité, ce quotient moyen caractérise « l'action du mouvement brownien ».

Ceci dit, il doit y avoir « diffusion » pour les grains d'une émulsion comme pour les molécules d'une solution ; Einstein montre que le coefficient de diffusion doit être égal à la moitié du nombre qui mesure l'activité de l'agitation.

D'autre part, dans une colonne verticale d'émulsion le régime permanent se crée et se maintient par le jeu de deux actions antagonistes, pesanteur et mouvement brownien : Ce qu'on peut exprimer en écrivant que en chaque niveau, le débit par diffusion vers les régions pauvres, égale celui que provoque la pesanteur vers les régions riches.

Pour calculer le débit par diffusion, il faut admettre, comme nous l'avons fait, que grains ou molécules s'équivalent en ce qui regarde les pressions osmotiques ; pour calculer celui que provoque la pesanteur, dans le cas de sphérules de rayon a, il faut admettre, ce qui d'abord a paru incertain, que la vitesse moyenne de chute (très faible) d'un grain qu'anime un mouvement brownien très actif, reste calculable par la « loi de Stokes », comme dans le cas de la chute uniforme, en un fluide visqueux, d'une grosse sphère pratiquement non animée de mouvement brownien. En fait, j'ai depuis montré expérimentalement qu'il en est bien ainsi.

Cette hypothèse admise, Einstein trouve que le coefficient de diffusion, c'est-à-dire le demi coefficient d'activité d'agitation, est égal à :

$$\frac{RT}{N}\,\frac{1}{6\pi a z}$$

(R étant la constante des gaz, T la température absolue, z la viscosité.)

Jusqu'ici nous n'avons pensé qu'au mouvement brownien de « translation ». Or un grain tournoie en même temps qu'il se déplace. Einstein a pu montrer que si A^2 désigne le carré moyen en un temps t de la composante de l'angle de rotation autour d'un axe, le coefficient A^2/t d'agitation de rotation est fixe pour un même grain et doit être égal à

$$\frac{RT}{N}\,\frac{1}{4\pi a^3 z}$$

Son raisonnement implique l'égalité entre « l'énergie moyenne de translation » et « l'énergie moyenne de rotation », égalité prévue par Boltzmann et que nous rendrons plus probable si nous réussissons à vérifier cette équation.

L'expérience permet de juger ces théories si l'on sait *préparer des sphérules de rayon mesurable*. Je me suis donc trouvé en état de tenter ce contrôle dès que grâce à M. Langevin, j'ai eu connaissance du travail d'Einstein.

Je dois dire que dès l'abord Einstein et Smoluchowski avaient signalé que l'ordre de grandeur du mouvement brownien semblait correspondre à leurs prévisions. Et cette concordance approximative donnait déjà beaucoup de force à la théorie cinétique du phénomène, au moins dans ses grandes lignes.

Rien de plus précis ne pouvait être dit tant que l'on ne préparait pas des sphérules de grosseurs connues. Ayant de tels grains, j'ai pu contrôler quantitativement les formules d'Einstein en recherchant si elles conduisent, pour le nombre d'Avogadro, à une valeur toujours la même, et sensiblement égale à la valeur déjà trouvée.

On y arrive, pour les déplacements, en notant à la chambre claire (grossissement connu) les projections horizontales d'un même grain au commencement et à la fin d'un intervalle de

temps égal à la durée choisie, de façon à mesurer par exemple un grand nombre de déplacements par minute.

Plusieurs séries de mesures dans lesquelles j'ai fait varier avec l'aide de plusieurs collaborateurs, la grosseur des grains (dans le rapport de 1 à 70.000) ainsi que la nature du liquide (eau, solutions de sucre ou d'urée, glycérine) et sa viscosité (dans le rapport de 1 à 125) donnent, avec des écarts explicables par les erreurs d'expériences, des valeurs comprises entre 55.10^{22} et 72.10^{22}. La concordance est telle qu'on ne peut douter de l'exactitude de la théorie cinétique du mouvement brownien de translation.

Il faut d'ailleurs observer que, bien que didactiquement de difficulté comparable à la théorie cinétique de la viscosité des gaz, la théorie d'Einstein n'introduit pas d'approximations simplificatrices et se prête, comme la mesure de la répartition en hauteur, à une détermination précise du nombre d'Avogadro.

Mes mesures les plus soignées, qui m'avaient donné N égal à 69.10^{22} avaient été faites sur des grains qui, pour des raisons qui n'ont plus d'intérêt, avaient leur position initiale à 6 μ du fond de la préparation. Au cours de pointés que je lui avais demandé de faire dans des préparations épaisses seulement de quelques microns, René Costantin a constaté que le voisinage d'une paroi ralentit le mouvement brownien. Les mesures faites loin des parois donnent pour N la valeur 64.10^{22}.

En ce qui concerne le mouvement brownien de rotation, la formule d'Einstein prévoit une rotation moyenne d'environ 8° par centième de seconde, pour des sphères de 1 μ de diamètre. rotation bien rapide pour être perçue, et qui à plus forte raison échappe à la mesure. Et, en effet, cette rotation n'avait fait l'objet d'aucune étude expérimentale, même quantitative. (Einstein ne supposait pas qu'on pût vérifier sa formule.)

J'ai tourné la difficulté en préparant de grandes sphérules de mastic. J'y suis parvenu en faisant arriver lentement de l'eau pure sous une solution alcolique de résine. Une zone de passage s'établit où se forment les grains qui ont alors couramment un diamètre d'une douzaine de microns. Ce sont des sphères limpides, semblables à des billes de verre. Elles semblent fréquemment parfaites, et alors leur rotation n'est pas observable. Mais fréquemment aussi elles contiennent à leur intérieur de petites vacuoles, points de repère grâce auxquels on perçoit facilement le mouvement brownien de rotation.

Mais le poids de ces gros grains les maintient très proches du fond, ce qui perturbe leur mouvement brownien. J'ai donc cherché, par dissolution de substances convenables, à donner au liquide intergranulaire la densité des grains. Une complication aussitôt manifestée consiste en ce que, à la dose nécessaire pour suspendre les grains entre deux eaux, presque toutes ces substances agglutinent les grains en grappes de raisin, montrant ainsi de la plus jolie manière le phénomène de la coagulation, peu facile à saisir sur les suspensions ou solutions colloïdales ordinaires (à grains ultramicroscopiques). Pour une seule substance, l'urée, cette coagulation n'a pas eu lieu.

Dans de l'eau à 27 % d'urée, j'ai donc pu suivre l'agitation des grains et j'ai pu mesurer leur rotation. Pour cela, je pointais à intervalles de temps égaux les positions successives de certaines vacuoles, ce qui permet ensuite, à loisir, de retrouver l'orientation de la sphère à chacun de ces instants, et de calculer sa rotation d'un instant à l'autre. Les calculs, appliqués à environ 200 mesures d'angle (assez grossières) faites sur des sphères ayant 13 microns de diamètre, m'ont donné pour N la valeur 65.10^{22}. Cette concordance avec les déterminations précédentes est d'autant plus frappante qu'on ignorait même l'ordre de grandeur du phénomène.

VI.

La réalité moléculaire.

En résumé, et malgré la variété des conditions expérimentales et des techniques, l'étude des émulsions m'a donné pour le Nombre d'Avogadro :

68.10^{22} par les répartitions des émulsions analogues aux gaz,

$62,10^{22}$ par celles des émulsions analogues aux liquides,

60.10^{22} par les fluctuations en émulsion concentrée,

64.10^{22} par le mouvement brownien de translation,

65.10^{22} par le mouvement brownien de rotation,

soit, comme moyenne brute, 64.10^{22}.

Je peux rappeler ici que, d'autre part, considérant les gaz comme faits de molécules diffractant la lumière (Rayleigh, Smoluchowski, Einstein), on a pu obtenir (un peu après mes premières recherches), le nombre d'Avogadro par des mesures portant sur l' « opalescence critique » (Keesom : 75.10^{22}) sur le « bleu du ciel » (Bauer et L. Brillouin, puis Fowler : 65.10^{22}), et de façon particulièrement précise sur la lumière diffusée latéralement par les gaz (Cabanes : 65.10^{22} ; 1921).

La théorie du rayonnement noir, où les raisonnements sont apparentés avec ceux de la théorie cinétique, donne encore la même valeur (64.10^{22}).

Par ailleurs, les mesures des charges électriques de poussières microscopiques, charges qui

doivent être des multiples entiers de la charge élémentaire des ions, ont conduit, par étapes, avec Townsend, J.-J. Thomson, Harold A. Wilson, et enfin Millikan (1910), au même résultat (61.10^{22}).

Enfin, la radioactivité, qui a permis de compter un à un les atomes qui forment une masse donnée d'hélium, a donné, de façon toute différente, des preuves de la discontinuité de la matière, en imposant encore la même valeur (62.10^{22} à 70.10^{22}) pour le Nombre d'Avogadro.

Un tel ensemble de concordances, entre les divers témoignages par lesquels la structure moléculaire se traduit à l'échelle de nos observations, crée une certitude au moins égale à celle que nous attribuons aux principes de la Thermodynamique. La *réalité objective des molécules et des atomes*, dont on doutait il y a vingt ans, peut aujourd'hui être admise comme un « principe » dont les conséquences se vérifient toujours.

Cependant, et si assuré que soit ce nouveau principe, ce serait encore un grand progrès dans notre connaissance de la Matière, et tout de même une certitude d'un ordre différent, que de percevoir directement ces molécules dont l'existence est démontrée.

Sans y être parvenu, j'ai pu du moins observer un phénomène où la structure discontinue de la Matière se voit directement.

VIII

Pellicules monomoléculaires.

J'ai rencontré ce phénomène (1913) en observant au microscope de petites lames d' « eau de savon », et dans des conditions si simples qu'on peut s'étonner qu'il n'ait pas été découvert plus tôt.

Vous connaissez les propriétés des « lames minces » : tout rayon réfléchi sur une telle lame est formé par la superposition d'un rayon réfléchi sur la face antérieure de la lame et d'un rayon réfléchi sur la face postérieure. Pour chaque couleur simple, ces rayons s'ajoutent ou se retranchent, selon une formule classique, dans la mesure où ils sont en concordance ou en discordance de phase ; en particulier il y a extinction quand l'épaisseur de la lame est un multiple pair du quart de la longueur d'onde, et il y a réflexion maximum quand elle en est un multiple impair.

Si, donc, de la lumière blanche frappe une lame dont l'épaisseur croît de façon continue à partir de zéro, la lumière réfléchie, d'abord inexistante (lame noire) puis faible (lame grise) puis vive et encore à peu près blanche, devient successivement jaune paille, jaune orange, rouge, violette, bleue (teintes du premier ordre), puis de nouveau (mais avec des teintes différentes) jaune, rouge, violette, bleue, verte (second ordre), et ainsi de suite, la couleur réfléchie devenant sans cesse plus complexe et plus lavée de blanc, jusqu'au « blanc d'ordre supérieur » (spectre sillonné de cannelures noires dont le nombre croît avec l'épaisseur de la lame). Toutes ces teintes pourront être présentes en même temps sur une lame dont l'épaisseur n'est pas uniforme, qui pourra être noire ou grise dans sa région la plus mince, jaune paille dans une région plus épaisse, rouge dans une région encore plus épaisse, et ainsi de suite.

C'est le cas pour les bulles de savon ordinaires avec leurs couleurs magnifiques. La gradation de ces couleurs nous semble parfaitement continue depuis la partie inférieure de la bulle, où la paroi est plus épaisse, jusqu'à sa partie supérieure qui, s'amincissant progressivement, devient, après avoir passé par les teintes du « premier ordre », blanche, puis grise. A ce moment, peu avant la rupture de la bulle, on voit apparaître dans cette région mince une ou plusieurs « taches noires », bien rondes, tranchant sur le ton gris avoisinant (je les prenais pour des trous quand j'étais enfant, et dont le bord très net marque une forte discontinuité dans l'épaisseur. En fait elles ne sont pas tout à fait noires, mais renvoient si peu de lumière que leur épaisseur est sûrement faible par rapport aux longueurs d'onde de la lumière blanche. Dans un espace clos, privé de poussières, ces taches noires peuvent s'étendre sur des surfaces de l'ordre du décimètre carré, et subister plusieurs mois (Dewar).

Un examen plus attentif a montré depuis longtemps que dans la première tache noire il peut se former des cercles plus noirs encore, donc plus minces, également à bord net. En des mesures alors fort remarquables, bien que peu précises, Reinold et Rücker, puis Johonnott avaient montré que la tache la plus sombre pouvait avoir 6 millimicrons d'épaisseur, et l'autre environ le double. Aucune interprétation n'avait été donnée : on pensait simplement que la tension superficielle, variable au-dessous d'une certaine épaisseur, redevenait égale pour les épaisseurs des deux taches noires à ce qu'elle est pour de fortes épaisseurs. A la lumière des observations suivantes, nous allons comprendre que la tache noire réalise une sorte de tapis constitué par deux couches ou peut-être même par une seule couche de molécules accolées parallèlement les unes aux autres.

Sans indiquer ici les intermédiaires par lesquels j'ai passé, disons tout de suite que, observant au microscope en éclairage violent une petite lame horizontale d'une eau de savon définie (5 % environ d'oléate alcalin pur) j'ai vu se multiplier les discontinuités dont les taches noires donnaient le premier exemple (1913).

L'observation se fait comme pour une surface

métallique : la lumière, envoyée par un trou latéral dans le tube du microscope et réfléchie vers l'objectif, le traverse, se réfléchit sur la lame mince, et revient à l'œil au travers de l'objectif et de l'oculaire, donnant une image nette de la lame.

On voit alors, d'abord, les colorations en gradation continue des lames ordinaires d'eau de savon ; puis la lame frissonne ; du liquide se rassemble en globules ; en même temps des plages à teinte plate, séparées les unes des autres par des arcs de cercle, apparaissent dans toute la lame, qui devient une sorte de mosaïque. Ces arcs de cercle se terminent sur les globules autour desquels ils rayonnent en étoiles. Une fois cette stratification organisée, une évolution très lente se poursuit, par déplacement des contours et des globules, donnant (selon les circonstances dont je ne me suis pas rendu maître), plus ou moins d'importance à telle ou telle plage ou série de plages, d'où l'extrême variété des lames à gradins qu'on observe. Très fréquemment, on voit des sortes de hernies plates sortir des globules ou du liquide périphérique non stratifié et s'étendre sur les plages déjà formées.

On observe ainsi, par ordre d'épaisseur croissante, des plages noires qui ne semblent pas différer des « taches noires » dont nous venons de parler, puis des plages grises, blanches, jaunes, rouges, bleues, puis des plages ayant des teintes du second ordre et ainsi de suite, allant jusqu'au blanc d'ordre supérieur. Chaque plage a une couleur uniforme tranchant de façon discontinue sur les plages contiguës. La richesse des coloration peut être extrême. Richesse qui tient pour une part à ce que telle teinte de passage, disons tel pourpre, représenté dans une lame de savon ordinaire par une région insignifiante, peut s'étendre ici, en teinte plate, sur une région plus importante.

Ces plages sont bien liquides ; cela est démontré par l'existence de contours exactement circulaires (quand une solidification se produit, les plages prennent l'aspect de peaux desséchées à contour dentelé), par la mobilité de ces contours qu'on change par le souffle sans briser la lame, par l'existence enfin du mouvement brownien « à deux dimensions » qu'on constate (pour des gouttelettes, ou pour de petits disques plats, morceaux détachés de plages) sur des plages grises ou colorées (mouvement brownien d'autant moins vif que ces plages sont plus épaisses, comme il est naturel du fait que les frottements prennent alors plus d'importance).

Ajoutons que j'ai pu aussi obtenir de telles plages à gradins avec de l'oléate alcalin dans la glycérine, et aussi avec des colophanate et guttates alcalins dans de l'eau.

L'examen d'un grand nombre de lames stratifiées m'a suggéré, avant toute mesure, que la différence d'épaisseur de deux plages contiguës ne peut s'abaisser au-dessous d'une certaine valeur, et que cette différence minimum élémentaire, sorte de « marche d'escalier », est contenue un nombre entier de fois dans chaque plage. De même, si l'on jette des cartes à jouer sur une table, l'épaisseur en chaque point est celle d'un nombre entier de cartes sans que toutes les épaisseurs possibles soient forcément réalisées, deux ou trois cartes pouvant rester collées. Les lames liquides stratifiées seraient ainsi formées par l'empilement de feuillets identiques, débordant plus ou moins les uns sur les autres, leur état liquide imposant aux contours libres la forme d'arcs de cercle (fixés en leurs extrémités sur des globules ou sur la périphérie non stratifiée, selon des conditions encore inconnues).

Les mesures ont confirmé cette impression. Dès 1913 je trouvais une valeur comprise entre 4,2 et 5,5 millimicrons. Et depuis, des déterminations photométriques précises faites sous ma direction en 1921 par P.-V. Wells, qui a dû surmonter au reste de sérieuses difficultés expérimentales, ont pleinement établi ce que nous pouvons appeler une loi des épaisseurs multiples.

Nous avons d'abord simplement appliqué, en éclairage monochromatique, la relation classique entre l'épaisseur de la lame et l'intensité de la lumière réfléchie.

120 mesures ont été faites pour la plage d'ordre 1, et donnent des épaisseurs qui se groupent selon la loi du hasard autour de 4,4 millimicrons. C'est à coup sûr la meilleure mesure faite jusqu'ici de l'épaisseur de la « tache noire », pour laquelle Johonnott donnait 6 mμ. L'extrême minceur de cette plage, la faiblesse de la lumière réfléchie, les difficultés dues aux lumières parasites, rendent particulièrement intéressante cette détermination.

L'ensemble des mesures pour les quinze premières plages donnent de même des épaisseurs qui sont à quelques centièmes près les multiples successifs de 4,5 millimicrons.

Comme cette épaisseur élémentaire n'est pas connue avec une précision supérieure à 4 %, il semble impossible au-dessus d'une certaine épaisseur, de vérifier la loi. Par exemple, n'importe quelle épaisseur supérieure à 120 mμ serait, à cette précision, un multiple de 4,5 mμ. Mais, si la loi subsiste, l'épaisseur doit varier toujours de même entre deux plages contiguës; ou encore la « marche d'escalier » doit rester la même, et cela est vérifiable.

C'est en effet ce qu'a vu M. Wells, opérant cette fois en lumière blanche, et selon une méthode que m'avait suggérée René Marcelin en 1914, en réalisant des teintes identiques à celles de la lame au moyen d'un quartz compensateur à épaisseur variable placé entre nicols croisés. (La différence entre les épaisseurs de quartz qui donnent les teintes de deux plages liquides con-

liguës détermine la différence des épaisseurs de ces plages). Il a ainsi obtenu 4,2 mμ au voisinage du violet du premier ordre, et 4,3 au voisinage du violet du second ordre.

Bref, la « marche d'escalier » garde même valeur au voisinage de la première, de la cinquantième, ou de la centième plage, soit environ 4,4 millimicrons ; et nous sommes assurés que :

Dans une lame liquide stratifiée, l'épaisseur de chaque plage est un multiple entier d'une même épaisseur élémentaire ;

C'est-à-dire, très probablement, que :

Les plages des lames stratifiées sont formées par la superposition, en nombre quelconque, de « feuillets » élémentaires identiques.

Ainsi se trouve bien directement perçue, au moins dans un certain groupe de cas, une *structure discontinue et périodique* de la matière.

Des expériences analogues, suggérées précisément par ces observations de lames stratifiées d'eau de savon, ont été faites sur le mica au début de 1914 par René Marcelin (mort pour la France en 1914). On sait que, si l'on coule du sélénium sur du mica, et si l'on cherche à arracher ce mica, des lames minces de mica restent adhérentes au sélénium. Ces lames présentent de vives colorations réparties en teintes plates, séparées par des contours rectilignes parfaitement nets qui marquent des discontinuités d'épaisseur. La différence minimum d'épaisseur, mesurée au comparateur Michel Lévy, se montrait égale à 0,7 mμ, qui serait ainsi l'épaisseur d'un lit monomoléculaire dans le cristal. Mais la précision des mesures, pour une si petite épaisseur, devient faible.

Revenons aux lames stratifiées d'eau de savon pour lesquelles la grandeur des discontinuités rend facilement accessible le feuillet élémentaire dont la répétition périodique forme les plages. On voudra savoir ce qu'est ce feuillet élémentaire. J'y vois une pellicule monomoléculaire de bioléate hydraté.

On sait, en effet, (Rayleigh, A. Marcelin, Langmuir) que de l'eau sur laquelle flottent des globules d'acide oléique est revêtue entre ces globules d'un voile d'acide oléique épais de 1,9 μ. D'après sa densité connue, ce voile ne peut être formé que par un lit unique de molécules dressées perpendiculairement à la surface et probablement collées contre l'eau par leur groupement acide (hygroscopique). La surface d'une eau de savon est grasse (faible tension superficielle, arrêt des mouvements du camphre) ; elle est donc recouverte au moins par une couche semblable d'acide oléique ou d'oléate, comme on peut le montrer par analyse d'une quantité connue d'eau de savon entraînée sous forme de lames ayant une surface totale connue (Jean Perrin, Mouquin). La tache noire qui correspond à l'amincissement le plus grand possible serait donc une sorte de sandwich contenant un lit de molécules d'eau contre chaque face duquel se dressent, collées contre lui par leur groupement acide, des molécules parallèles d'acide oléïque ou d'oléate, l'ensemble formant une lame anisotrope ou feuillet cristallin liquide. L'empilement de tels feuillets, glissant aisément les uns sur les autres, et entre lesquels existent de faibles forces de cohésion, donneraient les plages successives.

En accord remarquable avec cette conception, se trouve le fait que la longueur moléculaire, calculée pour l'acide oléique d'après les mesures de diffraction de rayons X récemment effectuées aux laboratoires de Bragg et de Friedel, concorde avec l'épaisseur de notre feuillet élémentaire.

Je ne crois pas qu'on puisse rien dire de plus pour l'instant sur la visibilité directe des molécules.

VIII

Structure discontinue de l'atome.

Dans le temps même où l'on continuait à accumuler des preuves de la réalité atomique encore discutée, on commençait à pénétrer la structure intime de ces atomes, recherche dans laquelle Rutherford et Bohr ont obtenu les merveilleux résultats que l'on sait. Et je dois résumer ici ma contribution dans cette recherche.

On savait que, lorsque la décharge électrique passe dans une ampoule de verre au travers d'un gaz assez raréfié, la partie située en regard de la cathode s'illumine d'une fluorescence sur laquelle se dessine l'ombre de tout objet placé devant la cathode ; et que les « rayons cathodiques », ainsi définissables, sont déviés par le champ magnétique, décrivant une trajectoire circulaire s'ils sont lancés à angle droit d'un champ uniforme (Hittorf). Crookes avait eu l'intuition que ces rayons sont des trajectoires de particules négatives émises par la cathode et violemment repoussées par elle (1886), mais il ne réussit pas à établir cette électrisation. Et cette théorie d'émission fut abandonnée quand Hertz, d'une part, eut échoué dans son effort pour manifester l'électrisation négative des rayons et d'autre part eut montré qu'ils pouvaient traverser des feuilles de verre ou d'aluminium épaisses de quelques microns. On supposa dès lors que les *rayons cathodiques* étaient immatériels et de nature ondulatoire comme la lumière. Opinion principalement soutenue par Lénard (1894), qui montra que ces rayons peuvent sortir de l'ampoule où ils se sont formés, au travers d'une « fenêtre » faite d'une feuille assez épaisse pour tenir la pression atmosphérique, et qu'ils peuvent ainsi être étudiés, dans un gaz quelconque ou dans le vide absolu.

Il me sembla pourtant que les projectiles électrisés imaginés par Crookes « pouvaient diffé-

rer assez, en taille et en vitesse, des molécules ordinaires, pour traverser des parois imperméables à ces molécules », et tâchant d'appliquer sans complications la définition même de la charge électrique, je fis pénétrer des rayons cathodiques dans un cylindre de Faraday contenu à l'intérieur d'une enceinte protectrice. Dès que les rayons, (qu'on peut d'abord écarter par un champ magnétique juste suffisant) entrent dans le cylindre, celui-ci présente les phénomènes qui donnent précisément la définition d'une charge électrique négative, et qui permettent sa mesure (1895). Cette expérience réussissait même quand l'enceinte protectrice était entièrement close, les rayons y pénétrant au travers d'une feuille métallique mince. Presqu'en même temps je montrais (1896) que les rayons cathodiques sont déviés par un champ électrique et qu'il y a là un moyen de mesurer la chute de potentiel jusqu'alors inconnue à laquelle ils doivent leur énergie.

Ces expériences furent aussitôt reprises, et confirmées, par Lenard lui-même (dont elles ruinaient la théorie), par Wiechert, par Wien et par J.-J. Thomson.

J'avais commencé, complétant la mesure du potentiel de chute par celle du champ magnétique capable de produire une déviation déterminée, des mesures qui devaient donner la vitesse (évidemment variable selon le cas) du projectile cathodique et le rapport c/m de la charge à sa masse. Je fus ici devancé par J.-J. Thomson qui, dans le mémoire même où il publiait la confirmation de mes expériences, montra que, l'électrisation des rayons une fois démontrée, on pouvait aisément par action du champ électrique et du champ magnétique obtenir la vitesse et la charge des projectiles. Il trouva que le rapport e/m, indépendant de toutes les circonstances, est environ 2.000 fois plus grand que pour l'hydrogène dans l'électrolyse, et eut ainsi la gloire de prouver que le projectile cathodique est beaucoup plus léger que l'atome d'hydrogène (1897). La notion expérimentale d' « *électron* », constituant subatomique universel, était dès lors atteinte, et mes expériences avaient joué un rôle certain dans cet accroissement de notre connaissance sur la façon dont la matière est discontinue.

Le problème de la structure se posait aussitôt pour l'atome, qui cessait d'être l'élément ultime de la matière. J.-J. Thomson supposa que l'atome, qui est neutre dans son ensemble, est formé d'une sphère homogène d'électricité positive, à l'intérieur de laquelle les électrons se tiennent en des places telles qu'attractions et répulsions s'équilibrent.

Je fus, je crois, le premier à supposer pour l'atome une structure qui rappelle celle du système solaire, où les électrons « planétaires » circulent autour d'un « Soleil » positif, l'attraction par le centre étant contrebalancé par la force d'inertie (1901), Mais je n'avais tenté ni même vu aucun moyen de vérifier cette conception. Rutherford, (qui, sans doute, l'avait eu indépendamment, mais qui eut la délicatesse de rappeler la petite phrase perdue dans une conférence où je l'avais énoncée), comprit que sa différence essentielle avec la conception de J.-J. Thomson, tenait à l'existence, près du soleil positif quasi ponctuel, de champs électriques énormes par rapport à ceux qui existeraient à l'intérieur ou à l'extérieur d'une sphère positive homogène ayant la même charge, mais englobant tout l'atome.

En sorte que, si une charge positive, elle-même quasi ponctuelle, est assez rapide pour pouvoir passer près d'un tel noyau, elle sera fortement déviée comme peut l'être une comète venant de l'infini, et passant près du Soleil. C'est ainsi (1911) que Rutherford découvrit et s'expliqua que certains rayons α (rayons décrits par les atomes d'hélium que projettent les substances radioactives) subissent de très fortes déviations en traversant une pellicule mince, produisant, sur un écran phosphorescent, franchement loin de l'impact moyen du faisceau de rayons, les scintillations qui marquent individuelement leurs arrivées. Toutes ces déviations s'expliquent quantitativement à condition d'attribuer au « *noyau* » une charge telle que le nombre des électrons planétaires soit égal au « rang » de l'atome dans la série de Mendéléjéff. Ainsi, chaque atome est bien formé d'un noyau positif inimaginablement petit où se trouve condensée presque toute la masse de l'atome, autour duquel gravite, à des distances relativement colossales, les électrons planétaires dont la présence détermine les propriétés physiques et chimiques de l'élément correspondant.

Le noyau même, enfin, s'est révélé discontinu, et composé par des noyaux d'hydrogène, ou « *Protons* », éventuellement « cimentés » par des électrons nucléaires.

Comme Prout l'avait deviné, tout atome peut en effet être regardé comme résultant de la condensation d'un nombre entier d'atomes d'hydrogène (les éléments aberrants s'étant révélés comme mélanges d' « isotopes » vérifiant séparément la loi), les petits écarts qui subsistent s'expliquant (en application de la loi d'Einstein sur la masse de l'énergie) par les fortes variations d'énergie interne qui peuvent accompagner ces condensations (Langevin). Et j'ai fait observer (1920) que la seule perte d'énergie qui doit alors accompagner la condensation d'hydrogène en hélium suffit à rendre compte d'environ cent milliards d'années du rayonnement solaire au taux actuel (première théorie qui ait permis de comprendre la prodigieuse antiquité de conditions climatériques peu différentes des conditions actuelles : la théorie d'Helmholtz-Kelvin n'expliquait encore qu'un maximum de 50 mil-

lions d'années, chiffre grossièrement insuffisant pour la géologie).

Ceci m'amenait à penser que les atomes d'hydrogène, puis d'hélium (seuls révélés par l'analyse spectrale dans les nébuleuses non résolubles) se condensent progressivement, au cours de l'évolution stellaire, en atomes de plus en plus lourds, la désintégration radioactive étant l'exception, et l'intégration atomique étant la règle.

Cependant Rutherford, en d'admirables expériences (1922), réussissait à prouver que lorsqu'un noyau d'azote, d'aluminium, de phosphore, est frappé de plein fouet par un projectile α (suffisamment rapide pour venir le « heurter » malgré la répulsion électrique), un proton se trouve expulsé (rayon h) avec une énergie qui peut dépasser celle du projectile α, et Rutherford interprétait cette *transmutation* comme l'effet d'une désintégration explosive (analogue à celle de l'obus qu'un choc fait exploser). J'ai soutenu, au contraire, (1923) qu'il y avait alors intégration, que le noyau d'hélium se colle d'abord sur le noyau heurté, formant un atome radioactif (d'espèce encore inconnue) qui expulse bientôt un proton, et qu'il reste en définitive un atome plus lourd de 3 unités que l'atome heurté. Et c'est bien ce qui depuis a été vérifié par Blackett (1925), au laboratoire même de Rutherford : on compte (par la méthode de C.-T.-R. Wilson) 3 rayons convergents lors d'une transmutation de Rutherford, au lieu de 4 qui existeraient si le projectile heurtant gardait son individualité après le choc.

Mais ceci se rapporte plus à l'évolution de la Matière qu'à sa discontinuité ; je m'écarterais, en insistant davantage, du sujet que je suis venu traiter ici.

SUR UNE THÉORIE DU MÉCANISME DE LA KARYOKINÈSE

par M. Henri LALANDE

Parmi les phénomènes cellulaires, il n'en est pas sans doute de plus important que celui de la division de la cellule, puisque, de lui, dépendent l'existence et le développement des êtres vivants. Il n'en est pas de plus mystérieux, surtout si l'on envisage la division indirecte par karyokinèse, mode normal de multiplication des cellules. Sa nature et son origine restent cachées malgré le nombre des observations, l'ingéniosité des expériences et la variété des hypothèses tendant à les expliquer. Pourquoi la cellule se divise-t-elle ? pourquoi cet enchaînement de phénomènes bizarres, la formation des chromosomes dans le noyau, leur division longitudinale, leur cheminement vers les deux pôles de la cellule précédé du même cheminement des deux centrosomes et de la formation du fuseau central et des asters ?

Il semble cependant que quelque lumière éclaire ce curieux phénomène, si au lieu de l'étudier en lui-même, on examine les conditions générales de la nutrition de la cellule au cours de sa division et les nécessités géométriques qui en découlent. L'explication qui va être fournie ne répond pas à toutes les questions posées ; quelques points restent encore obscurs. Elle démontre cependant que la cellule se divise parce qu'elle s'accroît, et que durant cet accroissement de volume ses éléments principaux se groupent obligatoirement au voisinage des extrémités de l'ellipsoïde cellulaire.

Une cellule, dans son ensemble, constitue un volume ; elle obéit donc nécessairement aux lois géométriques des volumes. A l'état de repos, malgré sa complexité structurale, elle réalise une masse d'une densité à peu près égale dans toutes ses parties qui ne se maintient vivante qu'à la condition d'absorber constamment par sa surface extérieure une quantité déterminée de plasma interstitiel et d'oxygène dissous. Or, lorsqu'elle va se diviser, elle devient le siège d'une nutrition beaucoup plus active qui accroît sa masse et par suite son volume. Ce volume augmente jusqu'à doubler, puisque les deux nouvelles cellules, résultat de sa division, sont à peu près égales à la cellule initiale. Pour accroître ainsi sa masse et son volume, la cellule doit absorber à travers sa surface extérieure et assimiler ensuite une quantité plus considérable de plasma. Elle doit en outre, pour rester vivante, s'incorporer une quantité toujours croissante d'oxygène proportionnellement à sa masse qui grandit et, comme sa densité est à peu près la même dans toutes ses parties, à son volume croissant.

D'autre part, puisque l'oxygène et le plasma interstitiel pénètrent à travers la surface extérieure de la cellule, le débit du plasma qui y pénètre est proportionnel à l'étendue de cette surface. Or, dans tout volume qui s'accroît sans changer de forme, les volumes croissent comme les cubes tandis que les surfaces croissent comme les carrés. L'augmentation de la surface n'est donc pas proportionnelle à l'augmen-

tation du volume, mais lui reste inférieure. L'absorption de l'oxygène étant proportionnelle à la surface, devient donc insuffisante pour maintenir la vie dans la totalité de la masse cellulaire si son volume grossit en conservant sa forme. Il en résulte trois possibilités. Ou bien la cellule insuffisamment oxygénée mourra totalement ou partiellement, ou bien elle changera de forme, augmentant ainsi sa surface, ou bien elle se divisera, ce qui est la manière la plus simple de rétablir l'équilibre vital en reconstituant deux masses cellulaires plus petites, égales en surface et en volume à la masse cellulaire initiale.

Ces trois possibilités se trouvent réalisées au cours de la division cellulaire, car la cellule qui s'accroît change de forme. Globuleuse à l'état de repos, elle s'allonge, au cours de son accroissement, dans l'espace limité que lui laissent les cellules voisines et devient vaguement ellipsoïdale plus ou moins comparable à un cylindre terminé par deux calottes arrondies. Cette nouvelle forme, augmentant la surface extérieure de la cellule par rapport à son volume, retarde sa division. En outre, elle modifie notablement la répartition de la nutrition à l'intérieur de la cellule. Lorsque la cellule est sphérique avant son augmentation de volume, le centre de la sphère également distant de tous les points de sa surface se trouve être le lieu vers lequel convergent au maximum les éléments nutritifs provenant de l'extérieur et passant à travers cette surface. Aussi se trouve-t-il occupé par le noyau cellulaire dont la nutrition et la vitalité sont indispensables à la vie de la cellule entière. Mais, à mesure que la cellule s'allonge et devient ellipsoïdale, sa surface s'accroît surtout vers ses deux extrémités. Il en résulte que le centre de convergence nutritive primitivement unique, se dédouble, et que chaque nouveau centre ainsi réalisé se porte progressivement, à mesure que la cellule s'allonge, vers ses extrémités. Cette modification nutritive se trouve objectivement représentée par le cheminement de chaque corpuscule central vers les extrémités allongées de la masse cellulaire et par la formation des asters chromatiques. A son tour le noyau cellulaire dont la nutrition est si importante, se divise en deux par le clivage des chromosomes et chaque moitié, suivant dans leur déplacement ces points de nutrition maxima, gagne avec eux une extrémité de la cellule où elle se reconstitue en noyau. A ce moment, la masse cellulaire est constituée par deux régions de nutrition maxima occupées par chaque nouveau noyau et situées vers un des foyers de l'ellipsoïde cellulaire, et enfin par une région de nutrition minima, le milieu de l'ellipsoïde. L'assimilation s'y trouvant insuffisante par suite de l'éloignement des points de convergence nutritive et du noyau, la vie y devient impossible. La formation de la cloison qui isole définitivement les deux cellules filles nouvelles, est la réalisation matérielle de cette mort partielle du protoplasma.

Cette explication s'applique à tous les cas où l'assimilation cellulaire provoque un accroissement de volume de la cellule en forme d'allongement ellipsoïdal ou cylindroïde. L'augmentation de la surface vers les extrémités détermine des points de nutrition maxima au voisinage des calottes ellipsoïdales et, par suite, la division du centrosome et du noyau et le cheminement de chaque moitié vers ces points privilégiés. Il en est tout autrement si l'accroissement de la cellule lui donne une autre forme. Dans les tumeurs on rencontre fréquemment des cellules de forme irrégulière, mamelonnées, présentant des lobes plus ou moins saillants. Dans ces cas, l'étendue de la surface relativement au volume cellulaire se trouve beaucoup plus considérable au niveau de ces saillés lobaires. Il en résulte que la nutrition est particulièrement active dans ces parties proéminentes et que pour chacune d'elles, il se trouve en son milieu un centre de convergence nutritive. Aussi voyons-nous se former pour une même cellule plusieurs centrosomes, plusieurs groupes de chromosomes allant occuper le centre de chacun de ces lobes, réalisant une karyokinèse pluripolaire et aboutissant à la division de la cellule en autant de cellules filles qu'il y a de saillies lobaires. Ces divisions multiples, dites « anormales » s'expliquent de la sorte très naturellement et confirment la loi géométrique de la division des cellules par leur accroissement de volume, dont elles ne réalisent qu'un cas particulier.

MÉTROPHOTOGRAPHIE

LES PROCÉDÉS ET LES APPAREILS DE RESTITUTION CARTOGRAPHIQUE

par M. G. LABUSSIÈRE
Ingénieur en chef de l'Aéronautique

Dès 1854, le lieutenant Laussedat publia dans le *Mémorial de l'Officier du Génie* un mémoire sur l'application de la photographie au lever des plans ; ses premiers essais, puis ceux poursuivis par la brigade Javary-Galibardy donnèrent des résultats satisfaisants : le procédé nouveau ne conquit cependant pas la faveur des milieux officiels ; sans doute à cette époque où l'on employait le papier ciré ou le collodion humide l'importance du matériel photographique qu'il fallait traîner sur le terrain pouvait expliquer cette défaveur, elle se continua cependant même lorsque les plaques sèches au gélatino-bromure eurent mis les manipulations photographiques à la portée des amateurs et réduit au minimum le matériel à transporter. Ce fut le chagrin de la vie du colonel Laussedat, mort en 1909, Directeur du Conservatoire des Arts et Métiers, de voir repousser dans son pays les méthodes qu'il avait créées et qui avaient pris une place importante notamment en Allemagne, au Canada et en Italie (1).

Laussedat, officier du Génie, avait surtout en vue les applications militaires et topographiques ; ses idées ne furent tout d'abord exposées que dans le *Mémorial de l'Officier du Génie*. En Allemagne, l'architecte Meydenbauer, faisant en juillet 1858 un lever dans la cathédrale de Wetzlar, eut le bonheur d'éviter de peu une chute d'une vingtaine de mètres. Il explique qu'il en conclut qu'il était ridicule de courir un tel danger pour prendre quelques mesures, qui, au surplus, devaient pouvoir être obtenues d'en bas par la photographie ; et il se mit à l'œuvre de son côté (il n'eut connaissance qu'en 1865 des travaux de Laussedat). Ses efforts pour faire admettre ses méthodes (analogues aux précédentes) qu'il appelait *photogrammétriques*, ne furent pris en sérieuse considération que vers 1880, et il fut en 1885 chargé d'organiser les « *Archives des monuments historiques* », par le ministre von Goszler ; cette mission a abouti à la constitution du *Messbildanstalt*, institut qui

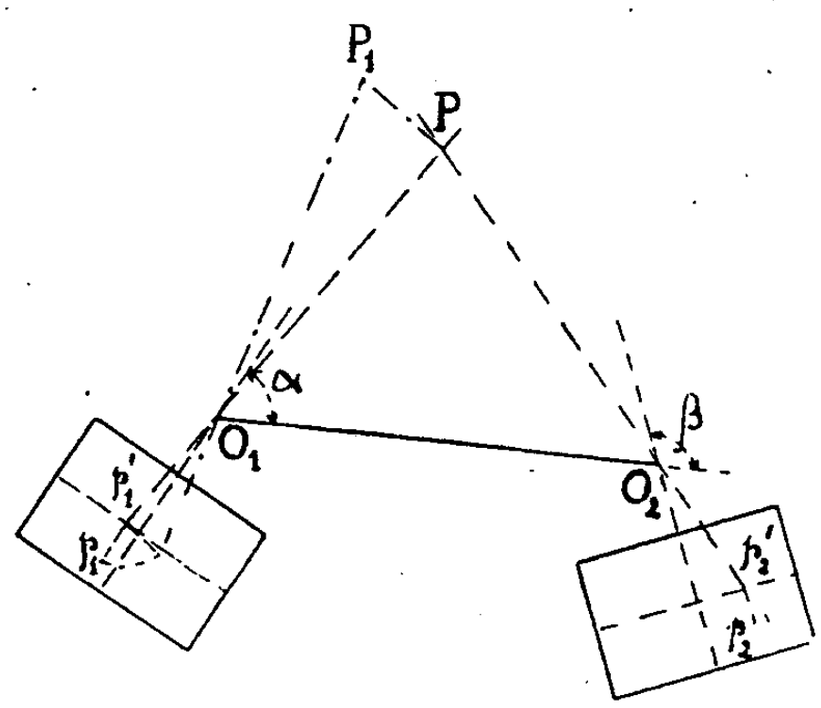


Fig. 64. — Principe de la méthode Laussedat

en 25 ans a réuni des archives si complètes des monuments historiques d'Allemagne, qu'il n'a aujourd'hui pour ainsi dire plus de travail ; ce résultat justifie à la fois les louanges des défenseurs du procédé le plus économique et le plus rapide, et les appréhensions inavouées de ceux qui vivaient des anciens procédés.

Presqu'en même temps que Laussedat, Porro publiait dès 1855 ses idées sur l'application de la photographie au lever des plans, (méthode qu'il appelait *Photographométrie*) et sur le matériel approprié, mais tout cela resta sans doute à l'état de projet, comme beaucoup d'idées de Porro.

Il serait long et fastidieux de vouloir mentionner ici tous les précurseurs qui de 1860 à 1900 ont en divers pays publié quelqu'article ou tenté quelqu'expérience sans lendemain. Des applications ont été faites sur une échelle importante, surtout en Italie, par l'ingénieur Pio Paganini, mort en 1916, Directeur de l'Institut Géographique de Florence, et au Canada par E. Deville, General Surveyor, mort en 1925.

(1) La figure 64 indique le principe de la méthode Laussedat ou métrophotographie par intersections. — Chaque photographie est une perpective sur un tableau vertical. On reconstitue la projection horizontale du faisceau de rayons projetant chaque point correspondant à la photographie. Si on a donc deux photographies, la distance horizontale des points de station O_1, O_2 et les orientations relatives α et β de chaque photographie sur cette base, la projection horizontale P de chaque point est formée par l'intersection des projections horizontales des rayons projetant correspondants O_1 p_1' O_2 p_2' et l'altitude P_1 P du point au-dessus de O_1 est fournie par le rabattement du plan vertical projetant O_1P.

Si sur le dessin la base O_1 O_2 est réduite au 1/1000, l'ensemble des points P est un plan au 1/1000e.

Les procédés qu'avait préconisés Laussedat sont encore les seuls couramment utilisés pour les levers d'architecture ; *on est obligé, tout comme dans les méthodes classiques de topographie sur le terrain, de déterminer la planimétrie et le nivellement point par point ;* pour la topographie, le gain de temps en travail sur le terrain est à peu près compensé par le temps supplémentaire en travail de bureau ; on a seulement le bénéfice d'être moins tributaire du beau temps et de se dispenser d'envoyer un aide avec une stadia dans des points d'accès difficile, puisqu'on travaille par intersections.

L'inconvénient du travail point par point est très atténué dans les levers d'architecture où les lignes droites et les formes géométriques dominent ; les formes géométriques connues d'avance (droites, horizontales, verticales, angles droits) permettent même de tirer un parti utile d'une seule photographie et d'utiliser des photographies faites de stations qui ne sont pas repérées les unes par rapport aux autres, en sorte que l'instrument à employer ici est un simple appareil photographique rigide, et non plus obligatoirement comme pour la topographie un photothéodolite, combinaison d'un appareil photographique de précision et d'un théodolite.

*
* *

A côté de la métrophotographie par intersections s'est développé au début du XX^e siècle un ensemble de procédés nouveaux, la *stéréophotogrammétrie*, reposant sur le mécanisme physiologique de la vision stéréoscopique.

Si au contact des images photographiques observées dans un stéréoscope nous plaçons sur chaque image un repère identique dont la pointe indique des points correspondants, l'observateur a l'impression de voir une marque unique flottant dans l'espace, dont la pointe s'appuie sur le corps solide vu stéréoscopiquement ; si les deux repères sont plus écartés la marque apparaît flottant dans l'espace en avant du corps, s'ils sont moins écartés, la marque au contraire semble s'enfoncer dans le corps.

La première application de cette propriété physiologique fut faite par l'ingénieur de Grousilliers, de Charlottenburg, pour la construction de télémètres stéréoscopiques réalisés par la maison Zeiss et mis dans le public en 1899.

Dès cette époque, le Dr Pulfrich entreprit des recherches pour appliquer ce même principe de repère stéréoscopique mobile (die wandernde Marke) aux mesures photogrammétriques ; dès 1901 l'appareil de mesure auquel il aboutit, le « *Stéréocomparateur* » faisait l'objet d'un projet complet.

Désignons (fig. 65) par x_1 y_1, x_2 y_2, les coordonnées courantes des images d'un même point sur les deux plaques par rapport aux axes horizontaux et verticaux ; désignons par X, Y, Z les coordonnées du point de l'espace correspondant par rapport aux axes O_1Z axe de l'appareil photographique gauche, O_1Y verticale vers le haut

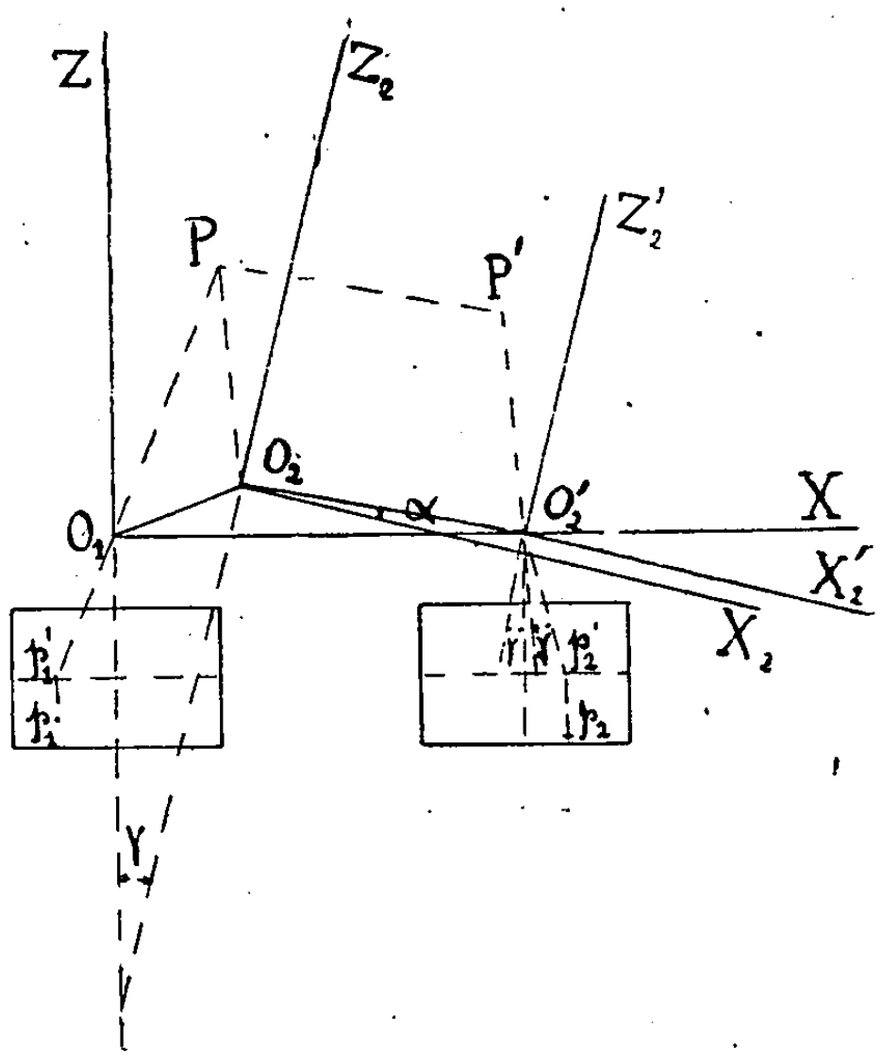


Fig. 65. — Principe du Stéréautographe

passant par le centre de projection O_1, O_1X dirigé vers la droite.

Soient $O_1O_2 = b$, ε l'angle de O_1O_2 avec l'horizontale, α l'angle de la plaque gauche avec la projection horizontale de O_1O_2, γ l'angle des axes de prise de vue. — On a

$$X = \frac{x_1}{f} Z$$

$$Y = \frac{y_1}{f} Z$$

$$Z = \frac{b f \left[f \cos(\alpha+\gamma) + x_2 \sin(\alpha+\gamma) \right] \cos\varepsilon}{(f^2 + x_1 x_2) \sin\gamma + f(x_1 - x_2)\cos\gamma}$$

cette dernière expression se simplifie lorsque les deux plaques sont parallèles à O_1O_2 en

$$\frac{f\, b \cos\varepsilon}{x_1 - x_2}$$

Les coordonnées XYZ du point à connaître sont inversement proportionnelles à (x_1-x_2) ou à une quantité qui en diffère peu. La plus grosse erreur à craindre résulte donc de l'erreur sur (x_1-x_2) qui est la plus petite des quantités à mesurer ; cette erreur se trouve doublée si on mesure séparément x_1 et x_2 sur chacun des clichés. Le « *Stéréocomparateur* » de Pulfrich permet de mesurer directement x_1, y_1 et x_1-x_2 et les mesures en sont accélérées d'ailleurs. Il comprend

un grand chariot mobile sur deux glissières rectangulaires portant deux porte-plaque tournants ; celui de gauche est monté directement, celui de droite repose par l'intermédiaire d'un chariot à deux mouvements rectangulaires parallèles aux précédents. On oriente initialement les plaques avec leurs horizons parallèles à la glissière transversale. Un microscope binoculaire dont chaque élément est deux fois coudé, permet l'observation simultanée sur des champs correspondants de quelques millimètres avec un grossissement de 4 à 8 fois. Les réticules fixes

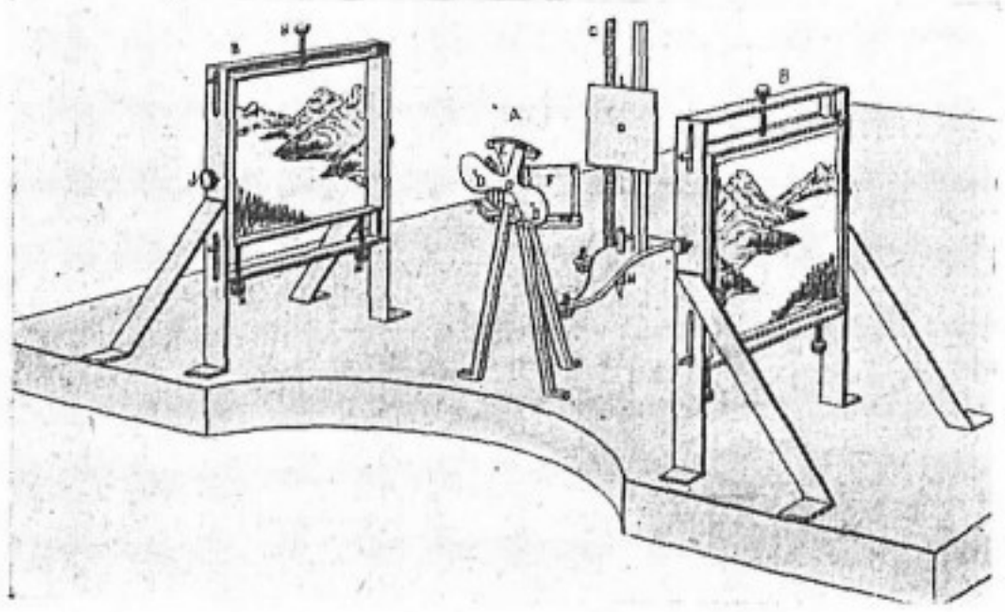


Fig. 66. — Appareil Deville

placés dans chaque élément de ce microscope dans un plan d'image réelle constituent la marque stéréoscopique ; on amène d'abord le point de l'image de gauche qu'on veut mesurer sous la pointe de la marque par les mouvements du grand chariot, puis le point correspondant de l'image droite par les mouvements de celle-ci seule ; cette dernière évaluation se fait les deux yeux ouverts en se guidant sur l'impression que la marque du réticule vient se poser sur le point sans rentrer dans le paysage, cette évaluation est plus précise que celle qui résulterait de la mise successive des points correspondants sous les index de droite et de gauche, moins fatigante et surtout elle évite toutes les *erreurs d'identificaton* des points correspondants. Les grandeurs x_1 et y_1 se lisent sur les échelles du grand chariot, (x_1-x_2) sur l'échelle transversale du petit chariot, la meilleure méthode pour connaître le zéro de cette dernière échelle consiste à calculer la parallaxe stéréoscopique d'un point dont les coordonnées sont connues par mesure directe sur le terrain.

Un appareil tel que le stéréocomparateur *avec des photographies se prêtant à l'effet stéréoscopique, permet une identification facile des points correspondants, évitant ainsi une des causes d'erreur les plus grosses, mais elle oblige encore à la construction de la carte point par point avec sa lenteur obligée.*

La première proposition d'un appareil permettant le tracé direct de la carte sans calculs et surtout *d'un trait continu*, émane du Canadien E. Deville (Session de mai 1902 de la Société Royale du Canada, à Toronto) (fig. 66). L'appareil repose sur l'emploi d'un stéréoscope de Wheatstone formé de deux miroirs demi-argentés, devant lequel les points de vue sont matérialisés par deux trous D (qui doivent être placés à un écartement correspondant aux yeux de l'observateur). Le corps stéréoscopique virtuel est exploré par le point brillant (simple trou) du traceur, qui est manipulé par un aide. L'ennui est qu'ici l'échelle est imposée (rapport de l'écartement des yeux à la base de la prise de vue) et qu'il faudrait permettre à l'observateur de commander lui-même directement le mouvement du traceur.

D'après de colonel Laussedat, en 1903 le docteur Pulfrich s'occupait de faire construire un tel appareil amélioré notamment par l'adjonction d'un pantographe ; les renseignements sur la réalisation de cet appareil s'arrêtent là.

Une autre tentative fut le *Stereoplotter* du lieutenant anglais Thompson, professeur de topographie à l'Ecole d'ingénieurs militaires de Londres ; sa mise au point ne fut pas poursuivie sans doute en raison du succès obtenu par le *Stéréoautographe.*

En 1907, le lieutenant von Orel, de l'Institut militaire géographique de Vienne, imagina de combiner au *Stéréocomparateur* des dispositifs mécaniques permettant de réduire le travail du

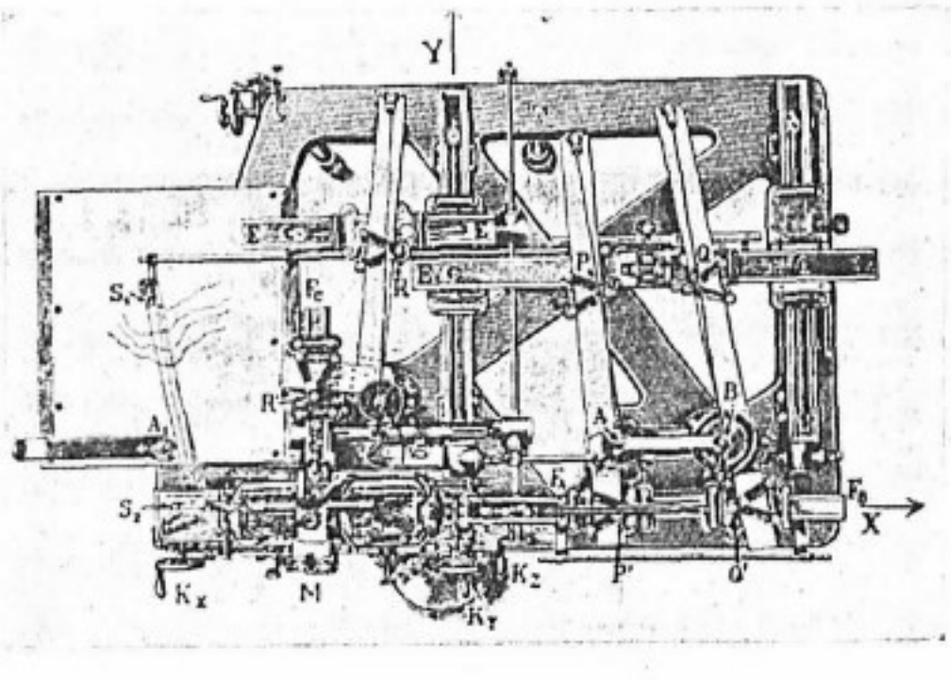


Fig. 67. — Stereautographe de von Orel-Zeiss (vu d'en haut)

restituteur à des pointés sans lecture d'échelles ; le report du point en planimétrie était fait automatiquement sur la carte. Dans ses formes plus perfectionnées l'appareil mis au point aux usines Zeiss (fig. 67) est commandé par une manivelle de main gauche qui représente les profondeurs Z, par une manivelle de main droite qui corres-

pond aux distances transversales X, par un tour au pied correspondant aux altitudes Y. Si, laissant la commande au pied fixe, on fait défiler le terrain avec les deux manivelles à main de manière que le repère stéréoscopique reste juste en contact avec le terrain, on file une courbe de niveau d'un trait continu. L'emploi simultané des trois commandes est naturellement nécessaire pour filer une ligne de planimétrie en terrain accidenté. Tout l'avantage économique du procédé est dans le fait *qu'on ne fait plus de report point par point, mais qu'on file les lignes d'un trait continu.*

Le principe de l'appareil consiste à matérialiser avec des leviers l'épure d'intersection qui nous fait trouver le point P connaissant les distances focales, les positions relatives des appareils de prise de vue et reconnaissant par l'effet stéréoscopique les points p_1 et p_2 se correspondant sur les deux plaques. Seulement on a donné à la partie droite une translation constante $O_2O'_2 = PP'$, le point O'_2 étant choisi sur O_1X et assez écarté de O_1 pour que les clichés ne se recouvrent pas, de plus, une articulation O'_2P' autour de O'_2 permet de faire tourner la queue de ce levier de l'angle γ, en sorte que les deux clichés ont leurs côtés orientés parallèlement pour l'examen sous le microscope du Stéréocomparateur.

Comme toute la construction repose sur l'amplification mécanique par les leviers des déplacements transversaux donnés aux clichés ; cela revient à exiger pour ceux-ci une précision du 1/100 mm. et cela entraîne pour les pivots des leviers et l'alignement des glissières, des précisions nécessaires trois ou quatre fois plus grandes. L'appareil est donc lourd, encombrant, coûteux, comporte des réglages très délicats, sa réussite a été faite par la perfection de la construction des établissements Zeiss et par les soins qui ont sans compter été donnés à sa mise au point. Un certain nombre de *stéréoautographes* sont actuellement employés dans le monde entier pour la cartographie à partir des photographies terrestres par des sociétés nationales fondées dans ce but. Certains dispositifs additionnels peuvent aussi permettre l'utilisation de photographies sur plaques un peu inclinées.

Dans cet appareil on est obligé d'effectuer la prise de vue avec un objectif parfaitement corrigé de la distorsion ; toute la précision en dépend. Il n'en serait plus de même si au lieu de prendre des mesures de longueurs sur la plaque photographique comme on peut le faire avec un comparateur, on replaçait la plaque dans l'appareil de prise de vue dans la position où elle était au moment de la prise de vue, et si on utilisait pour *des mesures d'angles* à travers l'objectif, les faisceaux de rayons parallèles correspondant à chaque point de la plaque. En raison du retour inverse de la lumière, leurs directions correspondent exactement aux directions des points du sujet photographié ; le procédé a été préconisé par l'astronome Kapteyn, puis par le géomètre allemand Koppe. De telles mesures peuvent se faire avec des appareils que les Allemands ont appelés *Bildmesstheodolit*, et dont le besoin s'est fait particulièrement sentir pour la métrophotographie aérienne. C'est la combinaison d'un théodolite dont le croisement des axes est dégagé et d'une chambre photographique dont l'objectif se trouve à ce croisement.

L'appareil de restitution de M. Prédhumeau, (fig. 68) paru en France après la guerre, n'a pas eu le bonheur d'avoir des parrains aussi fortunés que ceux de l'appareil précédent ; aussi, malgré

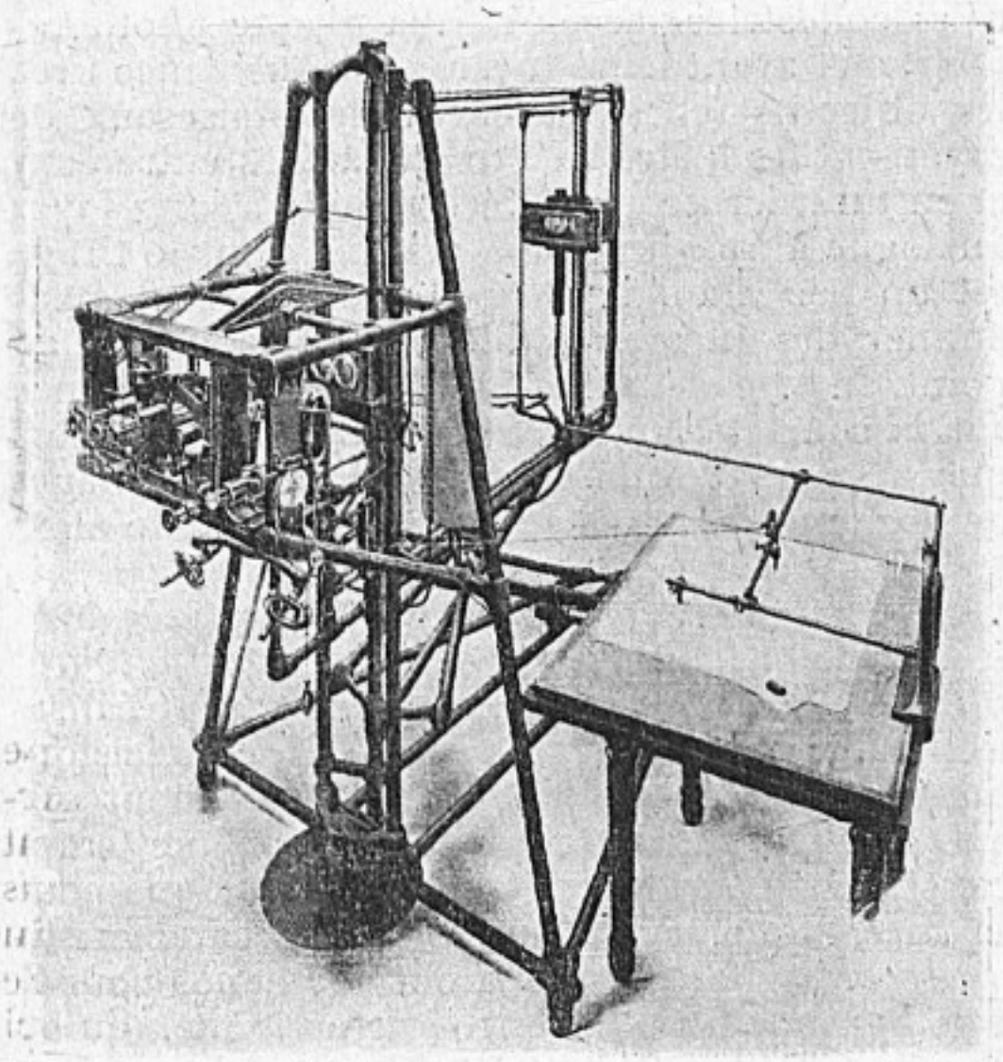


Fig. 68. — Stéréotopomètre Prédhumeau

la très grande élégance de son principe, malgré la réduction des précisions mécaniques nécessaires, *le Stéréotopomètre* n'est-il pas arrivé à prendre une place comparable à celle de son heureux prédécesseur.

Les photographies sont prises sur une même plaque aux deux extrémités d'une base de longueur connue fixe, mesurée à la stadia, avec les deux moitiés d'un appareil stéréoscopique. Pour la restitution la plaque étant replacée dans l'appareil de prise de vue, les objectifs sont diaphragmés et munis de bonnettes qui réduisent les faisceaux émergents, correspondant à un point à une droite d'épaisseur pratiquement négligeable dans une région d'espace comprise entre 1 m. et 2m. L'intersection de ces faisceaux reconstitue dans l'espace un corps virtuel reproduisant le terrain photographié à une échelle qui est le rapport de l'écartement des objectifs

à la base de prise de vue. Moyennant certaines précautions dans la construction des objectifs, on n'introduit ainsi aucune erreur de distorsion. On explore le corps reconstitué tout comme dans l'appareil de Deville au moyen d'un repère réel constitué par un signal noir sur fond coloré éclairé par une lampe. Le corps ainsi reconstitué dans l'espace est à une échelle voisine de celle à laquelle on veut tracer sa carte, il suffit donc de lier les mouvements du repère (dont les commandes ne sont astreintes à aucune condition de précision) à un pantographe réalisant la transformation avec des précisions d'ajustage de l'ordre du 1/20 de mm.

Le système d'observation placé en arrière de la plaque photographique consiste en deux lentilles collectrices accolées à la plaque photographique et ayant leurs foyers en coïncidence avec les objectifs (elles ramènent les faisceaux de rayons utiles à être en gros parallèles entre eux) et en un microscope stéréoscopique à long foyer analogue à une jumelle à prismes dont le tirage est un peu allongé. Ce système doit seulement donner des images lisibles ; ses propriétés, au point de vue déformation, sont sans influence sur la constatation de la coïncidence de la marque avec les points correspondants des images de droite et de gauche ; la marque semble alors se poser sur le corps en relief.

Le dernier venu des appareils destinés à la stéréophotogrammétrie terrestre est l'*autographe* de Wild paru au début de 1926. Sa réalisation mécanique est une merveille de précision, dont tous les détails ont été soigneusement mis au point par l'inventeur qui est en même temps constructeur aussi bien pour l'optique que pour la mécanique. La première de ses caractéristiques par rapport aux appareils allemands pour la Photogrammétrie terrestre ou aérienne, qu'on avait vus jusque-là, est la réduction de poids et d'encombrement. Le constructeur dit aussi que c'est un premier pas vers la réalisation d'un appareil universel convenant aussi bien pour les vues aériennes que pour les vues terrestres ; aussi les photographies sont-elles replacées dans des appareils identiques à ceux de prise de vue, suivant le procédé de Koppe; ces appareils sont calés à l'inclinaison à laquelle la vue a été prise, et il n'y a naturellement aucune différence de mécanisme à prévoir, que les axes de prise de vue soient horizontaux et parallèles ou inclinés et convergents.

Pour observer simultanément les points correspondants de deux photographies replacées dans leurs chambres, on peut songer à déplacer les directions des deux lunettes d'observation et à ramener par des renvois optiques les rayons lumineux dans les directions fixes des deux oculaires, ou bien à partager les mouvements entre la lunette d'observation et les appareils photographiques, ou bien encore à reporter tout le mouvement sur les appareils photographiques ; c'est ce qu'a fait Wild. Cette dernière solution comporte une difficulté : pour que les mouvements nécessaires à l'observation puissent se traduire en une carte, il faut qu'ils mettent en évidence les mouvements qu'il serait nécessaire de donner à l'axe de la lunette mobile autour des deux axes d'un cardan pour explorer le corps stéréoscopique ; or, dans la solution adoptée par Wild, les angles dont doivent tourner les chambres photographiques ne sont pas égaux exactement aux précédents et de signe contraire ; la difficulté a été tournée par l'emploi d'une came qui donne automatiquement autour d'un axe approprié fixe une petite rotation supplémentaire représentant exactement la correction nécessaire pour rétablir cette égalité.

Des raisons d'encombrement ont aussi conduit à utiliser non pas directement les faisceaux qui sortent des chambres, mais ceux-ci après réflexion sur un prisme à réflexion totale qui rejette à 90° l'encombrement de la chambre.

Différents dispositifs très ingénieux permettent d'accroître le champ en croisant dans le système optique les vues observées, rendant ainsi divergents les leviers qui seraient sans cela convergents et imposeraient par leur croisement une limitation prématurée du champ de restitution possible.

*
* *

Cet appareil nous a amené à parler des dispositifs que nous allons rencontrer maintenant constamment parce qu'ils ont été imposés pour l'emploi de la photographie aérienne au lever des plans. Tandis qu'à terre il était toujours facile d'orienter exactement sa plaque suivant la verticale, ou tout au moins de connaître exactement son orientation dans l'espace et par rapport aux autres plaques, il n'en est plus de même en photographie aérienne où la station de prise de vue est fugitive et où il est impossible de connaître la direction de la verticale avec précision ; de la sorte, avant tout travail de restitution, se pose le problème de reconstituer les données de l'orientation externe de la prise de vue, connaissant les coordonnées exactes de trois ou quatre points du terrain et les angles (déduits de la photographie) sous lesquels on les voit depuis le point de prise de vue. C'est le problème du relèvement dans l'espace, problème du 8e degré, pour lequel la connaissance du quatrième point sert à éliminer les solutions parasites.

Je ne veux pas entrer dans l'examen mathématique du problème ; qu'il suffise d'indiquer que sa résolution complète et directe par le calcul entraîne, dit-on, huit jours de calculs par cliché ; que certaines solutions par approximations successives permettent de réduire ces calculs à une journée ; que des méthodes de tâton-

nements systématiques dans des appareils de restitution mêmes, où plus ou moins de liaisons sont mécanisées, peuvent permettre la solution avec toute la précision dont on a besoin en moins de 20 minutes. La connaissance de trois points seulement du terrain laisse subsister non seulement le danger d'une confusion, mais aussi la possibilité de rencontrer un problème mal déterminé dans le cas où la bonne solution est voisine d'une solution double. Cela se produit, comme je l'ai montré, lorsque le point de prise de vue est au voisinage du cylindre de révolution normal au triangle des trois points et circonscrit à ce triangle. La connaissance d'un quatrième point, de quelque façon qu'il soit placé, lève toujours cette indétermination.

Au lieu de chercher à replacer chaque photographie par rapport au terrain, on peut, suivant une tendance qui se manifeste actuellement, chercher à orienter les deux photographies, d'abord l'une par rapport à l'autre, puis l'ensemble par rapport au sol. Cela se fait très simplement par des tâtonnements systématiques lorsque le corps photographié a un relief de même ordre que son étendue, mais les procédés généralement proposés échouent en présence du corps plan ou presque plan ; j'ai pu démontrer qu'on ne risque de rencontrer ici d'indétermination qu'au cas où les points de vue sont trop voisins l'un de l'autre ou approximativement sur une même verticale.

A ces différentes méthodes de tâtonnement systématique pour rétablir l'orientation externe doivent correspondre des commandes groupées différemment pour les organes permettant de donner le calage initial aux clichés sur les appareils de restitution. Par contre, c'est l'emploi des méthodes de calcul qui a imposé l'utilisation d'appareils de mesure précis pour chaque cliché isolé et a conduit à la construction des *Comparateurs* et des *Bildmesstheodolit*.

Par ailleurs, en photogrammétrie aérienne, on utilise presque constamment le principe de Koppe, car l'obligation d'employer des objectifs à grande ouverture relative (en raison des temps de pose très courts) exclut les objectifs parfaitement corrigés de la distorsion ,ouverts à f/8 seulement.

Les premières photographies aériennes furent faites en ballon ; on cite comme les premières les vues prises par Nadar en 1858 en captif ; avec le ballon libre une suspension pendulaire permet d'assurer l'horizontalité de la plaque ; l'analogie d'un tel cliché avec un plan, lorsque le terrain est plat, sauta tout de suite aux yeux ; mais on fut gêné du fait que le ballon libre va un peu où il veut. Différents travaux furent faits : on peut rappeler les noms de Cailletet, de Finsterwalder, puis de Scheimpflug, et de Thile, qui employèrent des chambres multiples pour couvrir un champ plus étendu ; Thile en Sibérie, le capitaine Saconney en France, eurent recours à un petit captif portant seulement l'appareil photographique ; le capitaine Saconney, M. Wenz eurent aussi recours au cerf-volant. Les résultats étaient utilisables, mais du point de vue économique le terrain couvert en une journée de travail était insuffisant. L'emploi d'un ballon dirigeable se heurtait aussi à des raisons de prix de revient.

On fit avec l'avion des essais assez timides de photographie aérienne jusqu'en 1914 ; ce fut sous la pression des événements que la photographie en avion prit pendant la guerre une place considérable et tout d'abord comme instrument de renseignement, à tel titre qu'on fit

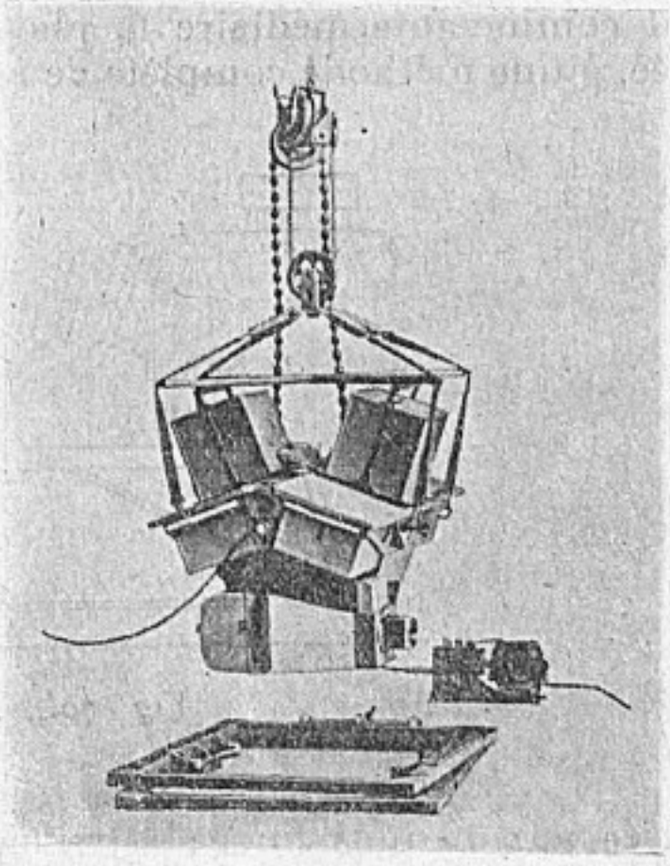


Fig. 69. — Chambre multiple (procédé Boykow)

surtout d'abord des vues obliques. On y voyait les travaux, les installations de l'ennemi, on les situait par rapport aux repères voisins du terrain, identifiables sur la carte. Puis comme les cartes, dont on disposait, n'étaient pas toujours très précises, comme on voulait reproduire aussi exactement que possible les travaux ennemis, le problème cartographique se posa.

Et tout d'abord en pays à peu près plat, on considéra qu'il suffisait d'avoir des photographies sur plaque horizontale et de les assembler. On obtint ainsi des mosaïques qui ne sont pas des cartes précises, mais qui représentent fidèlement, *sans rien oublier*, tout ce qui est l'allure du dessin du terrain. Et comme les photographies faites par les avions étaient au moins un peu inclinées, le premier problème qui se posait était celui du *redressement* : « Transformer une photographie par une projection convenable dans un appareil d'agrandissement en une photographie identique à celle qui aurait été obtenue du même point de vue sur plaque horizontale ». Ce problème est profondément différent

de celui de la restitution qui consiste à rétablir les *trois* coordonnées de chaque point et nécessite la connaissance de plus d'*une* photographie. La construction des appareils de redressement repose sur des principes qui ont été publiés par Scheimpflug dans son brevet de 1902, mais dont la mise en œuvre pratique dans les différents appareils a été plus ou moins heureuse et laisse au manipulateur un travail plus ou moins considérable.

C'est d'abord pour satisfaire à des besoins de ce genre que l'ingénieur hydrographe Roussilhe a construit son appareil de redressement et a élaboré des abaques et des méthodes de tâtonnements successfis pour sa manipulation (fig. 70) Mais avec les besoins de l'après-guerre, la méthode a évolué dans ses mains, et il est arrivé, en utilisant comme intermédiaire la photographie redressée, à une méthode complète de *restitution* appropriée aux besoins du cadastre en général et spécialement dans les régions dévastées. Utilisant exclusivement des photographies sur plaques voisines de l'horizontalité, M. Roussilhe a montré que dans les limites où il travaille, les erreurs provenant de la courbure terrestre et de la réfraction atmosphérique se compensent, que l'emploi des mêmes objectifs au redressement et à la prise de vue compense pour la plus grande partie les erreurs de distorsion. Enfin, le travail très délicat de corrections successives de l'effet d'altitude des points fixes est facilité par l'utilisation de petits pylônes spécialement inventés par lui, qui se fixent sur le plan de projection et sont réglables en fonction de l'altitude connue des points et des conditions de redressement. Ensuite on détermine sur chaque épreuve redressée la position du nadir de la photographie, et l'on sait que l'influence des différences d'altitudes des points est seulement de déplacer leur image sur une droite passant par le point apparent et par le nadir ; on reporte sur la minute ces petits éléments de droites provenant de trois photographies différentes, leur intersection devrait se faire en un point unique ; le petit triangle qu'elles forment souvent indique une limite de l'erreur probable commise et sa considération permet de rejeter à coup sûr les travaux défectueux. Pour éliminer les erreurs provenant du retrait du papier, les feuilles d'agrandissement restent collées sur glace depuis leur production jusqu'à la fin de leur utilisation. C'est tout cet ensemble et bien d'autres détails qui font que cette méthode considérée par certains comme s'appuyant sur des principes un peu vieillots, fournit cependant des résultats de précision inégalée par les procédés et les appareils stéréoscopiques. La méthode est d'ailleurs spécialement conçue en vue du *cadastre* qui ne s'intéresse qu'à la *précision de planimétrie*. Quant à la rapidité du travail et au prix de revient on obtient mieux que par tout autre procédé dans le cas de réfection totale, on est à égalité avec le travail à la planchette dans le cas de compléments partiels.

Il existe d'autres appareils de redressement ;

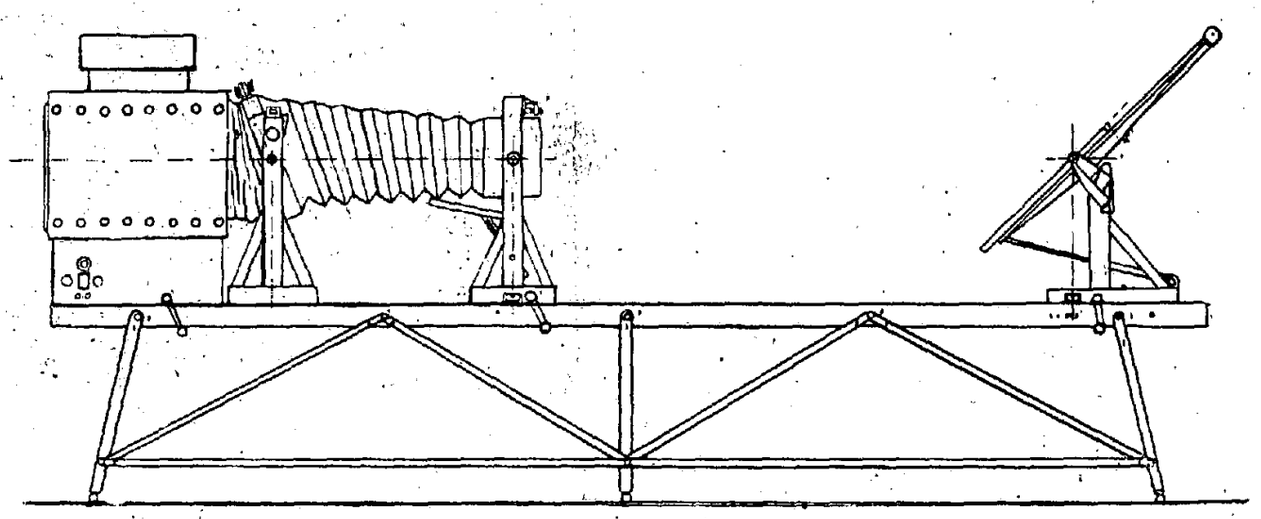


Fig 70. Appareil de restitution Roussilhe

dans les derniers venus, fabriqués respectivement par les établissements Zeiss et par la Société Luftbild-Stereographik, on a poussé plus loin les liaisons mécaniques pour simplifier le travail du restituteur, qui n'a plus à faire que des réglagles à trois paramètres.

Dans un appareil construit dès 1917 dont je n'ai malheureusement pas eu le temps de mettre l'emploi au point, on réduit ces tâtonnements à des réglages à deux variables.

Il existe actuellement aussi un appareil de redressement Sokoloft, utilisé en U.R.S.S. Quelques indications ont été données à son sujet au Congrès de Berlin, en novembre 1926.

Il y a aussi un projet en cours de construction de M. Boucard, où le redressement photographique est remplacé par un tracé graphique commandé par deux manivelles. Les liaisons prévues sont ingénieuses ; on aura une opinion ferme sur l'avantage ou le désavantage en temps et en économie à adopter une solution de ce genre seulement lorsqu'on aura pu faire des essais pratiques avec l'appareil achevé.

*
* *

Ayant terminé avec les appareils de redresse-

ment, nous allons maintenant passer en revue les appareils de restitution qui permettent avec des photographies aériennes de tracer directement la carte en courbes, comme le fait le *Stéréoautographe* avec les photographies terrestres.

Le premier paru est l'*Autokartograph* conçu par le Pr Hugershof dès 1919, qui sortit des ateliers Heyde en 1921-1922 (fig. 71). Supposons d'abord qu'on soit parvenu à caler les deux plaques dans des positions identiques à celles de la prise de vue ; car il serait trop long à propos d'aucun des appareils qui vont suivre, de reprendre chaque fois cette question du relèvement qui est fondamentale cependant.

Ici, pour permettre de viser successivement avec les systèmes optiques correspondant aux deux yeux, les couples de points correspondants, les mouvements nécessaires sont portés pour moitié sur chaque chambre photographique mobile autour d'un axe vertical et pour moitié sur l'extrémité de la lunette mobile autour d'un axe horizontal.

On voit le système de parallélogrammes qui permet d'orienter suivant la projection horizontale du rayon lumineux les règles L_1 et L'_1 le point de croisement des règles L_1 et L_2 matérialise avec un crayon la projection horizontale du point restitué ; le mouvement du point B_2 étant commandé par la rotation de l'extrémité de la lunette, la longueur AD lue sur une règle divisée représente l'altitude du point restitué au-dessus du point de prise de vue.

Une fois arrivé à ce stade, on conçoit les mécanismes genre pantographe qui permettront de tracer à volonté la carte en planimétrie et même des coupes du terrain.

L'appareil a seulement le défaut d'être un peu lourd et volumineux.

Le *Stéréoplanigraphe* de Bauersfeld, sorti de la maison Zeiss peu de temps après, repose sur une conception toute différente.

Les deux plaques sont calées dans les chambres photographiques dans leur position de la prise de vue ; si d'un point situé en avant des chambres on vise avec deux lunettes panoramiques les deux objectifs, on aperçoit les images du point de l'espace correspondant à la position du point de visée. Bien entendu les deux lunettes panoramiques ne peuvent être matériellement superposées et on a donné à tout un côté de la figure, lunette et chambre, un décalage comme dans le *Stéréoautographe*. Un système de renvois optiques permet à l'observateur de ne pas bouger la tête ; et de plus, un système à grossissement variable interposé sur chaque trajet permet d'obtenir toujours l'effet stéréoscopique, même pour des points situés tout à fait sur le côté de la base, — ce dernier dispositif comporte une glissière courte, mais exigeant un coulissage rectiligne à 1 ou 2 μ près.

Tandis qu'un assez grand nombre d'*Autokartograph* sont en service dans différents pays, il n'existe que deux *Stéréoplanigraph*, l'un à la Société Stereographik Munich, l'autre au Service topographique allemand (Reichsamt für Landesaufname). Des travaux contrôlés par le Service topographique suisse attribuent à ces deux sortes d'appareils des précisions du même ordre : 1 m. à 1 m. 50 sur le terrain restitué.

Les deux appareils précédents sont grands et pesants ; certainement piqués d'émulation par la légèreté de l'*Autograph* de Wild, le Pr Hugershof avait déjà réalisé dans les ateliers Heyde, en novembre 1926, un appareil léger présentant des analogies d'aspect extérieur avec l'*Autographe* et destiné plus spécialement aux échel-

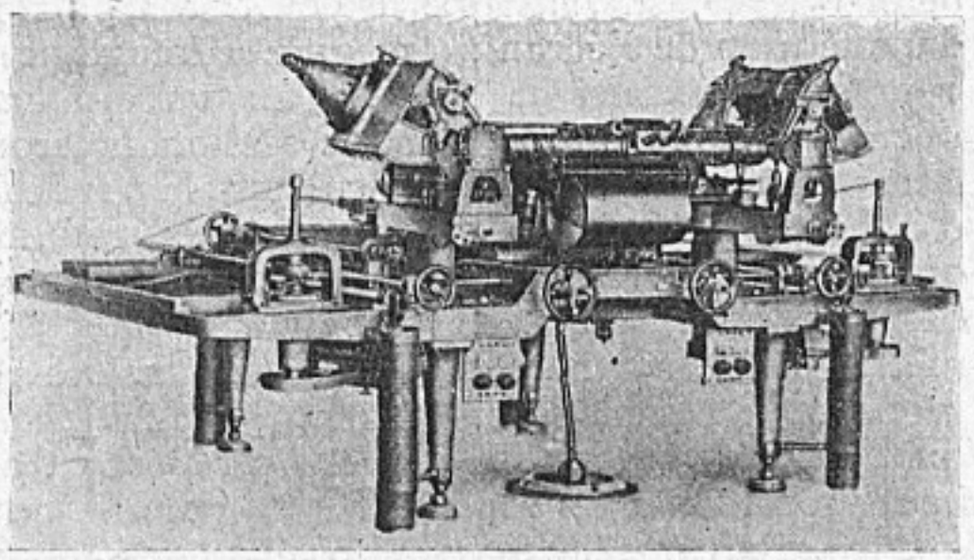


Fig 71. — Autokartograph de Hugershof

les inférieures au 1/10.000 ; c'est l'*Aerokartograph*.

Les méthodes Brock et Weymouth employées aux Etats-Unis, ont une précision dont le contrôle nous est inconnu ; il semble qu'on emploie des procédés stéréoscopiques pour tracer les courbes de niveau et qu'on utilise aussi le redressement.

Il serait prématuré de donner d'après les brevets publiés une description de l'appareil de M. Poivilliers, construit à Paris par la S. O. M., car les essais ne sont pas achevés ; et je me limite ici aux appareils ayant été construits et essayés.

Pour les mêmes raisons, nous mentionnerons seulement un projet d'appareil de restitution de M. Boucard, et aussi un projet de M. Prédhumeau, consistant à rephotographier sur une plaque stéréoscopique les clichés aériens replacés dans leurs chambres dans une position relative correcte, de manière à pouvoir utiliser ce cliché dans son *Stéréotopomètre* décrit plus haut.

Il existe aussi des procédés et des appareils de tracé automatique fondés sur un tout autre ordre d'idées et que les inventeurs ont conçus indépendamment les uns des autres au cours même de la guerre.

Si on replace les clichés dans des appareils identiques à l'appareil de prise de vue, mais

dont l'objectif a été remplacé par un objectif de plus court foyer, avec un assez petit diaphragme, on obtient non seulement une image agrandie du cliché dans un plan conjugué, mais les cônes de rayons qui forment cette image sont assez effilés dans la région d'image pour pouvoir être considérés dans une région d'une certaine profondeur, comme des rayons projetants passant par le point nodal de l'objectif.

Si on replace les appareils dans leurs positions relatives à la prise de vue, les intersections des rayons correspondants ainsi définis reconstituent à échelle réduite le corps photographié dans l'espace ; et sur un écran diffusant on verra pour chaque point une image ou deux images, suivant que le point sera ou non dans le plan de l'écran ; les lignes d'image nette représentent ainsi la section du terrain par l'écran. En plaçant le plan de section horizontalement et en le déplaçant suivant la verticale d'une quantité égale à l'équidistance réduite, on trace ainsi facilement, directement les courbes de niveau ; on trace les détails de la planimétrie successivement par portion dans les régions où ils sont nets. On conçoit facilement qu'au lieu de tracer directement sur l'écran, on peut y promener un repère lié à un pantographe qui trace la carte à l'échelle qu'on veut. L'avantage du procédé est que l'image sur l'écran est à une échelle voisine de celle de la carte et que le mécanisme du pantographe n'a pas à fournir de précision meilleure que le 1/20 de mm.

En France, la tentative du capitaine Rocard, pendant la guerre, pour réaliser un appareil sur ce principe, ne fut qu'une ébauche sans lendemain.

En Italie, l'appareil de l'ingénieur Nistri fonctionne ; pour la commodité de l'emploi on a fait tourner l'ensemble d'un angle droit, en sorte que le tableau correspondant au plan horizontal du terrain est une glace dépolie verticale.

En Allemagne, l'appareil du Dr Gasser est exploité par la société *Photogeodätik* ; comme particularité, on peut signaler qu'ici on emploie des positifs et un prisme à réflexion totale placé devant l'objectif de l'appareil projetant, il en résulte qu'on peut à volonté rejeter à l'extérieur de la base stéréoscopique l'encombrement des appareils d'éclairage, et qu'on n'est ainsi gêné en aucun cas pour placer les deux centres de projection assez près l'un de l'autre.

La dernière venue et la plus complète des méthodes, pour laquelle même tout le matériel n'est pas encore achevé, est celle de M. Boykow, Directeur de la Société *Aérogeodetic*. La méthode vise à supprimer la nécessité d'établir un réseau de points connus topographiquement à mailles serrées (quatre par cliché) sur la surface du sol. Pour cela, deux avions munis chacun d'un prolongement de longueur connue (Messschwanz) d'une trentaine de mètres, opèrent simultanément ; les appareils photographiques sont multiples, ils sont déclenchés simultanément sur les deux avions par T.S.F.; outre le sol ils photographient l'autre avion, le soleil et un chronomètre. En s'aidant de l'orientation par rapport à la direction solaire qui est connue elle-même à l'heure indiquée par le chronomètre, et du fait qu'on connaît la position du centre de l'autre projection, on oriente les deux photographies d'un couple placées dans des systèmes projetant comme dans les procédés précédents l'une par rapport à l'autre ; seulement,

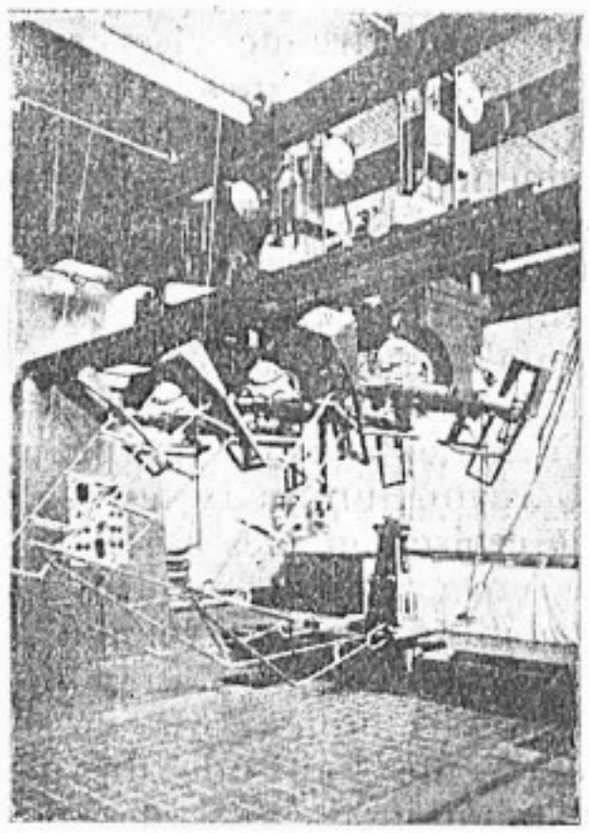


Fig. 72. — Triangulator

ici, l'opération n'est pas faite à l'échelle près, mais à une échelle fixée d'avance grâce à la connaissance de la longueur réelle du prolongement de l'avion. On emploie pour cela un appareil gigantesque appelé *triangulator*, qui permet d'orienter simultanément trois couples, puis d'orienter ces couples les uns par rapport aux autres. Cela fait, on note les positions angulaires des photographies et les valeurs des bases réduites, et il n'y a plus qu'à les porter avec ces mêmes réglages dans l'appareil de restitution proprement dit qui lui n'est pas encore construit.

*
* *

Cette rapide revue montre que la métrophotographie est entrée d'ores et déjà dans une phase d'utilisation pratique. Les procédés terrestres d'intersection en architecture, les procédés stéréoscopiques terrestres avec les sociétés qui exploient le *Stéréoautographe* dans différents pays, les procédés aériens par intersection avec la méthode Roussilhe, les procédés aériens avec les appareils stéréoscopiques de Hugershof et de Bauersfeld ont déjà couvert un nombre respec-

table de kilomètres carrés ; et de nouvelles facilités sont évidemment à attendre des nouveaux appareils.

Pour nous, Français, si nous pouvons nous consolér en considérant que dans ce domaine la floraison des idées en France n'a pas été la moins abondante, nous devons regretter que si peu d'appareils et de méthodes aient pu jusqu'ici arriver chez nous jusqu'à la réalisation pratique. La faute n'en est certes pas aux inventeurs. L'essor allemand dans ce domaine doit être attribué surtout aux facilités que les chercheurs ont trouvées auprès des grandes usines et à la sympathie considérable manifestée par l'opinion publique qui sent que la métrophotographie aérienne est un article d'exportation et de propagande à l'étranger. Au Congrès de Métrophotographie de Berlin, en novembre dernier, il y avait aux conférences du soir 500 personnes, dont plus de la moitié étaient des Berlinois : qui aurait l'espoir de réunir 250 Parisiens pour entendre pendant trois soirs consécutifs des conférences sur la métrophotographie ?

L'avenir des applications scientifiques et du rayonnement à l'étranger de la pensée française dans ce domaine dépend donc non des chercheurs, mais de l'appui qu'ils trouveront dans l'industrie et dans le public (1).

(1) Conférence prononcée à la Société de Perfectionnement Industriel.

NOTES ET ACTUALITÉS

Acoustique

L'audiomètre. — Il est important, tant du point de vue théorique que pour la pratique, de savoir mesurer d'une manière correcte la sensibilité d'une oreille pour les divers sons. Cette mesure se faisait jusqu'ici par des procédés tout à fait empiriques et n'offrant aucune précision. L'audiomètre (*Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*) est un appareil qui permet d'apprécier très simplement et très rigoureusement cette sensibilité pour des sons de diverses fréquences.

L'appareil comprend un écouteur téléphonique spécial, parcouru par un courant réglable à volonté, et qu'on applique sur l'oreille à examiner. La membrane de cet écouteur est amortie énergiquement par l'air, de manière à supprimer toutes les résonances. Un étalonnage préalable fait connaître, pour chaque fréquence, la relation qui existe entre le courant qui traverse l'écouteur et la variation de pression produite par le déplacement de la membrane.

L'appareil comprend une lampe à trois électrodes fonctionnant comme oscillateur dont la fréquence peut être modifiée à volonté depuis 32 jusqu'à 16.384 périodes par seconde, par 20 valeurs. L'intensité du courant circulant dans le récepteur téléphonique est réglée au moyen d'un potentiomètre.

Les mesures se font de la manière suivante : l'oscillateur étant réglé sur la fréquence désirée, l'intensité est réduite jusqu'à cessation de l'audition ; afin de déterminer de manière précise, le seuil d'audition, on interrompt et rétablit alternativement le courant, ce qui permet au sujet examiné de se rendre compte du point où le seuil réel est atteint.

En répétant les mesures pour diverses fréquences, on peut tracer la courbe représentant comment varie, avec la fréquence, la pression nécessaire pour produire une perception. La moyenne des expériences faites sur une centaine de sujets a permis d'établir une sorte de courbe normale : la pression passe par un minimum entre 1.000 et 4.000 périodes, où la pression efficace correspondant au seuil de l'audition est de 0,0003 à 0,001 barye. Cette valeur augmente jusqu'à 0,1 barye pour une fréquence de 16.000 périodes par seconde. L'énergie par seconde, ou puissance nécessaire à l'excitation de l'oreille, varie comme le carré de la pression, et la courbe des puissances peut se déduire de la courbe des pressions.

L'appareil permet d'étudier l'oreille d'un sujet quelconque et, en traçant sa courbe de perception, de reconnaître si le sujet est ou non un sujet normal. On peut même chiffrer la sensibilité en admettant la loi de Fechner d'après laquelle la sensation varie comme le logarithme de l'excitation : le rapport des sensibilités correspondant à deux valeurs différentes de la puissance nécessaire à l'excitation pourra être pris égal au logarithme du rapport inverse de ces puissances. A. Bc.

T. S. F.

Radiocommunications sur trains en marche. — Parmi les récentes applications de la radio, une qui semble devoir se développer normalement dans l'avenir est celle qui a trait aux communications sur les trains en marche. Actuellement, la liaison entre les deux extrémités d'un train de marchandises se fait par voie optique. Cette façon de faire présente de gros inconvénients, surtout pour de longs trains pouvant comporter plus de cent wagons et atteindre une longueur de près de deux kilomètres. La pluie, la neige, un brouillard épais, des courbes dans un pays accidenté, la fumée, l'inattention de l'équipage de la locomotive, etc., sont autant de raisons qui peuvent rendre précaire ou même impossible toute communication. Il était donc logique de penser à une communication radiotéléphonique permettant en plus au chef de convoi de donner des ordres à la locomotive provisoirement détachée du train.

Sous les auspices de l'American Railway Association des essais ont été entrepris en Amérique dans cet ordre d'idées. Le problème ansi posé présente de sérieuses difficultés ; il faut en effet avoir une liaison bilatérale souple et sûre, donc des appareils robustes, ne craignant pas l'humidité et les températures élevées, résistant aux fortes secoussses présentées dans un train en marche. Ces appareils doivent présenter un encombrement réduit. D'autre part, il faut

une puissance suffisante, pour produire des signaux intenses, mais par crainte des interférences, il ne faut pas exagérer dans ce sens. Le choix de l'antenne et son emplacement sont aussi assez délicats.

Ceci posé, voici résumées les dispositions générales adoptées dans les essais. La forme d'antenne adoptée consiste en une boucle horizontale montée au-dessus et près du toit de la cabine de la locomotive et aussi au-dessus de la cabine vigie du wagon directeur. Une telle disposition offre l'avantage de ne pas donner sensiblement de direction privilégiée dans le plan horizontal parallèle au sol. D'autre part, le rayonnement est plus faible qu'avec une antenne ordinaire, ce qui est avantageux pour éviter les interférences entre appareils similaires appelés à fonctionner simultanément dans un espace donné. Naturellement l'isolement de tels cadres est particulièrement soigné. Il avait été alloué pour ces essais la bande de longueurs d'onde 109-130 mètres; finalement on adopta une longueur d'onde voisine de 115 mètres comme particulièrement bien adaptée aux cadres. Deux systèmes émetteur-récepteur furent montés chacun dans une cage en fer d'environ 75 cm. de long, 15 cm. de large et 25 cm. de haut; les systèmes émetteur et récepteur occupaient chacun une extrémité de la boîte, le centre étant réservé au modulateur, à l'amplificateur à basse fréquence et aux inverseurs. La réception était constituée par une détectrice à réaction fixe suivie de trois étages d'amplification à basse fréquence avec tube de puissance pour le dernier étage. L'émission utilisait deux tubes de 50 watts, l'un comme oscillateur, l'autre comme modulateur, et un tube de 7,5 watts comme amplificateur microphonique. La tension-plaque nécessaire était donnée par un convertisseur alimenté par accumulateur et de puissance 200 watts; ce convertisseur pouvait démarrer et s'arrêter très rapidement Le filtre, les appareils de démarrage, les piles sèches nécessaires à l'alimentation des circuits-plaques des tubes récepteurs étaient montés dans des boîtes séparées et solides.La réception comportant à la fois un casque et un haut-parleur. Toutes les opérations d'inversion pour passer de récepteur sur émetteur sont faites à l'aide de relais mus par pression sur un bouton. En service normal, les appareils sont sur la position réception : si l'on désire communiquer, on appuie sur le bouton actionnant les relais d'inversion et le relai de démarrage du convertisseur. Cette opération prend environ une seconde et une conversation bilatérale très rapide est ainsi possible.

Le fonctionnement des appareils est indiqué aux opérateurs à l'aide de lampes témoins. L'une indique que le récepteur est en fonctionnement; une deuxième s'allume quand on presse le bouton de passage sur émetteur. Une troisième est intercalée directement sur le cadre et son éclat montre si le fonctionnement de l'émetteur est convenable. D'autre part, les variations de cet éclat permettent de voir si la modulation se fait. Enfin, un système de signalisation est adjoint au dispositif précédent et permet d'attirer l'attention des deux équipages placés aux extrémités du train. Le signal est actionné par un deuxième bouton : il produit une note stridente d'environ 800 périodes dans le haut-parleur; cette fréquence est discernée facilement à travers le bruit du train en marche. Ce système peut aussi être utilisé pour passer des signaux conventionnels dans le cas de non fonctionnement du système téléphonique. Nous n'insisterons pas sur les microphones spéciaux employés par suite du bruit intense, sur la suspension et la fixation des appareils destinés à assurer leur bonne conservation, sur leurs emplacements judicieusement choisis en vue d'un maniement commode et rapide.

Nous donnerons seulement les résultats obtenus. Les essais préliminaires furent faits le 11 juin 1926, avec un train spécial de 12 wagons. Les appareils fonctionnèrent d'une façon très satisfaisante; soit à l'arrêt, soit à la vitesse maximum, la liaison bilatérale fut assurée. Le mécanicien put entendre et comprendr tout ce qui lui venait du haut-parleur derrière sa tête sans que son attention soit distraite de la conduite de la machine. Le chauffeur put manœuvrer les appareils et soutenir des conversations nombreuses avec les personnalités placées à l'autre extrémité du train. Tous les ordres normaux furent donnés par cette voie et tous ceux qui assistaient à ces essais furent enthousiasmés par cette nouvelle possibilité de la radio. Un violent orage avec pluie eut lieu pendant la plus grande partie du trajet, soit cinq heures, et n'apporta aucune perturbation dans le service. A un moment donné, le train fut arrêté; la machine fut détachée et put manœuvrer sous les ordres du chef de convoi, montrant ainsi les possibilités d'utilisation des radiocommunications pour un train coupé. Les communications furent réalisées pour une distance de plus de 7 kilomètres, machine en marche, et auraient encore pu être poussées plus loin. Il faut noter que le terrain séparant la locomotive du reste du train était tourmenté; le passage de la locomotive dans des tranchées et sur des courbes ne sembla pas affecter la réception. Il fut de même constaté que les cables de transport de force placés au-dessus de la voie et les petits ponts de signalisation n'avaient pratiquement aucun effet. Cependant la liaison est coupée (sauf pour les signaux du casque) quand l'un des deux systèmes émetteur-récepteur passe sous un grand pont métallique, mais elle ne l'est pas si ce pont est entre les deux. Les lignes téléphoniques voisines de la voie n'apportèrent aucune gêne; de même on ne constata pas de troubles lors du passage d'un autre train dans le même sens ou en sens inverse sur une voie adjacente. Une démonstration officielle eut lieu le 9 juillet 1926 avec un train comportant 116 wagons dont environ 60 étaient chargés. Les résultats furent aussi bons.

Disons pour terminer que l'on se propose de disposer de plusieurs longueurs d'onde sur l'émetteur, l'une d'entre elles à volonté pouvant être choisies à l'aide d'un commutateur. Les instructions seront données au départ pour ce choix. Ainsi les trains allant en sens inverse auront une longueur d'onde différente et on évitera ainsi les interférences. De même deux trains situés dans les limites convenables de distance pourront communiquer entre eux. Enfin, les résultats ci-dessus ont suscité l'idée d'employer la radiotéléphonie dans les trains de voyageurs pour la liaison entre deux trains, ou un train et une station et aussi pour le contrôle par un seul aiguilleur de plusieurs locomotives dans un espace donné.

P. Abadie.

Médecine

Le drainage de la vésicule biliaire par tubage duodénal chez les migraineux — Chez certains sujets les crises de migraine s'accompagnent de vomissements fréquents et abondants avec présence d'une forte proportion de bile dans les matières vomies et sensibilité de la vésicule des plus nettes. Cette forme biliaire de la migraine peut être très avantageusement traitée, ainsi que viennent de le confirmer MM. L. Pasteur Vallery-Radot et P. Blamoutier, par le tubage duodénal.

Cette manœuvre, telle que Einhorn l'a mise au point en 1919, permet de réaliser un véritable drainage vésiculaire. Elle consiste à faire avaler au malade une sonde fine, longue et souple, puis à laisser l'olive qui la termine franchir peu à peu le pylore et pénétrer dans le duodé-

num. A ce moment, on injecte une ou plusieurs fois dans la sonde 30 centimètres cubes d'une solution tiède de sulfate de magnésium à 33 o/o ou d'une solution également tiédie de peptone à 10 o/o; la vésicule se contracte et on recueille alors une soixantaine de centimètres cubes d'une bile très foncée analogue à celle des vomissements. Certains malades sont très vite guéris, d'autres sont plus ou moins améliorés; d'autres enfin présentent une telle sensibilité réflexe que le tubage et l'injection duodénale déterminent chez eux une violente crise de migraine. (*Paris Médical*, 3 décembre 1927).

A part les cas très rares où le tubage est mal toléré un tiers de migraineux, au moins, est susceptible de bénéficier nettement de cette thérapeutique. Il existe donc des rapports évidents entre la stase biliaire, par atonie ou hypotonie de la vésicule, et certaines formes de migraines. L'innervation de la vésicule étant d'origine sympathique, il est donc bien possible, comme le pense M. Pasteur Vallery-Radot, que la distension vésiculaire engendre des réflexes déterminant de l'angiospasme dans le domaine du sympathique cervical, angiospasme dont la manifestation clinique est la crise de migraine. A. B.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Chimie

Préparation industrielle du fluor. — Le dispositif classique de Moissan pour la préparation du fluor a été jusqu'ici utilisé, sauf quelques modifications peu importantes, par tous ceux qui ont étudié les propriétés du fluor. Sa simplicité, sa parfaite étanchéité et son fonctionnement régulier, en faisaient un appareil précieux pour le laboratoire. Il permettait d'obtenir, pendant plusieurs heures, un courant régulier de fluor; il se prêtait parfaitement à des opérations intermittentes.

Un inconvénient grave résultait de la nécessité d'employer le platine comme métal des électrodes. L'attaque

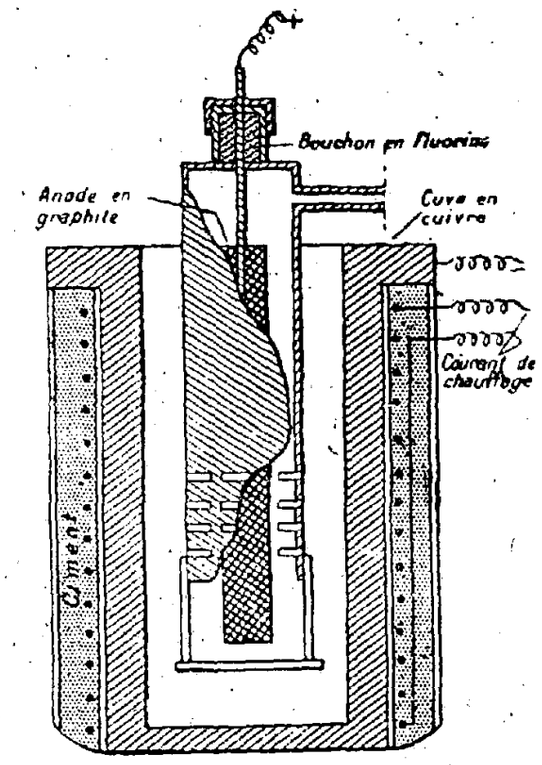


Fig. 73.
Appareil de MM. Argo, Mathews, Humiston et Anderson

lente mais réelle de ce métal par le fluor rendait cette opération très dispendieuse.

En 1919, quatre chimistes américains, Argo, Mathews, Humiston et Anderson, réussirent à préparer du fluor en électrolysant, avec une anode en graphite Acheson, du fluorure acide de potassium fondu vers 200° (fig. 73). C'est là un fait important, marquant véritablement une étape nouvelle dans la préparation du fluor. L'appareil décrit par les auteurs comprend une cuve électrolytique en cuivre rouge recouvert d'un papier d'amiante sur lequel est enroulé un fil de nichrome servant de résistance chauffante. Cependant l'attaque du cuivre est assez forte pour que les auteurs aient envisagé de substituer à leur cuve électrolytique un creuset de graphite. De plus, le gaz produit est toujours souillé de fluorure de carbone.

M. Lebeau (*Bulletin d'encouragement pour l'industrie nationale*, janvier 1927), a pris comme électrolyte le sel acide FK, 3 FH, qui fond à 56°.

Ce sel est fondu à 60° dans un vase de cuivre qui constitue à la fois la cuve électrolytique et la cathode. L'anode est en nickel, que le fluor n'attaque pas (fig. 74).

Après quelques instants de marche de l'appareil, l'intensité initiale du courant s'abaisse, puis devient constante. Ce phénomène correspond à la formation, sur la cloche de cuivre fonctionnant tout d'abord comme partie de l'anode, d'une couche de fluorure de cuivre isolant. A partir de ce moment, le fluor se dégage régulièrement, avec un débit de 0,845 litre, pour un courant de 2,1 A sous 30 V.

Ayant remarqué que l'addition d'acide fluorhydrique gazeux au bain fondu donnait lieu à une absorption complète de ce gaz, M. Lebeau a construit un appareil de

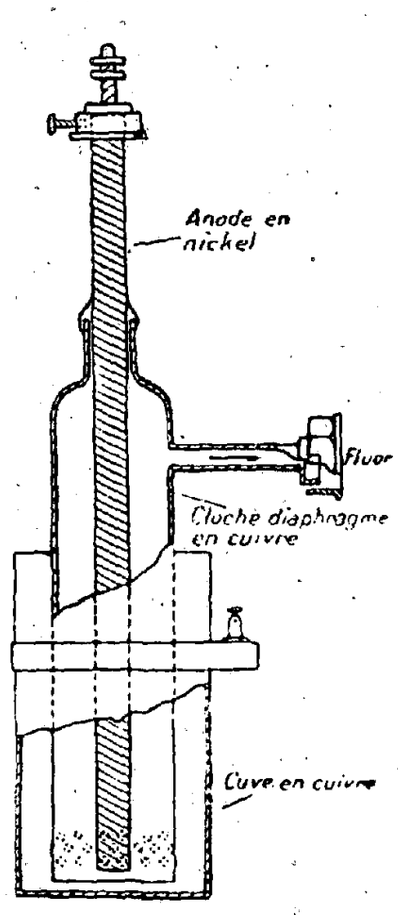


Fig. 74.
Appareil de MM. Lebeau et A. Damiens (petit modèle

grand modèle, permettant une préparation continue du fluor (fig. 75). On fait arriver, dans l'espace compris entre le diaphragme et la cathode, un courant de gaz fluorhydrique obtenu à partir de l'acide liquéfié contenu dans une bouteille en cuivre, munie d'un robinet à pression. Le bain sert donc d'intermédiaire; il permet la préparation d'une quantité de fluor ne dépendant que de l'alimentation en acide anhydre.

L'appareil peut être arrêté sans inconvénient. On le

transporte simplement sous une cloche de verre, ou bien encore on le vide par coulage du bain sur une plaque de cuivre. Dans ce dernier cas, la masse solide compacte obtenue, non hygroscopique, est fragmentée et conservée dans des récipients de cuivre.

Pour préparer le fluorure FK, 3 FH constituant l'électrolyte, on commence par préparer le fluorure acide FK, FH, en tenant compte rigoureusement des indications données par Moissan. Ensuite, on chauffe une partie de ce sel dans un appareil en cuivre, pour obtenir de l'acide fluorhydrique anhydre, qu'on recueille dans une bouteille de cuivre dans laquelle on a placé préalablement une quantité connue de ce même sel FK, FH. La distillation étant terminée, la bouteille est pesée, ce qui fournit le poids d'acide recueilli et permet de calculer la quantité de fluorure acide qu'on doit ajouter pour que le produit

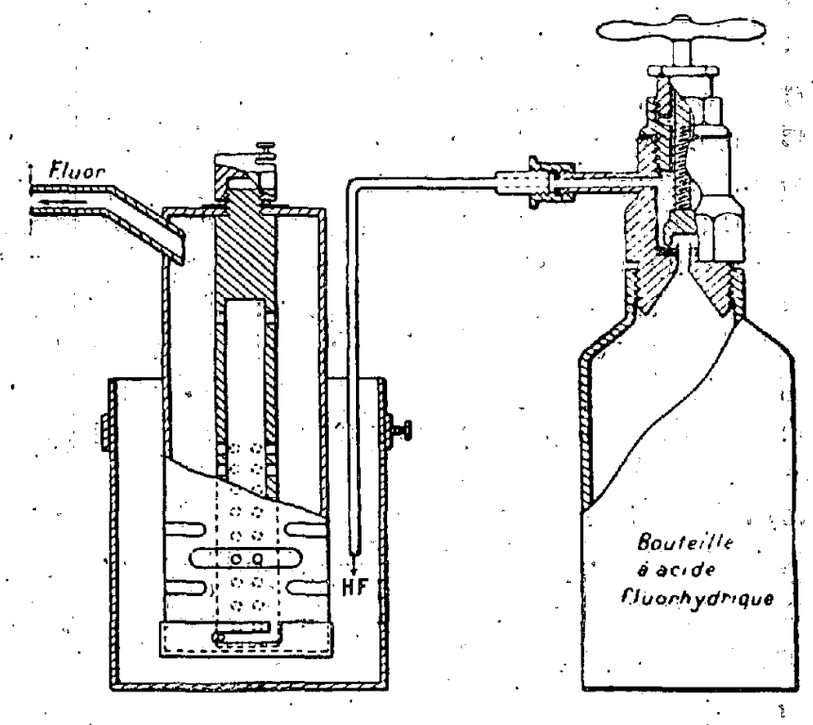


Fig. 75. — Appareil de P. Lebeau et A. Damiens pour la préparation du fluor : régénération du bain par afflux continu d'acide fluorhydrique anhydre.

final ait la composition correspondant à FK, 3 FH. On bouche alors soigneusement, et le bain ainsi préparé est fondu pour être transvasé dans la cuve électrolytique au moment de l'emploi. La marche de l'électrolyse est très régulière.

Le rendement de cet appareil est supérieur à celui des appareils proposés antérieurement. M. Lebeau a calculé le rendement électrolytique de son appareil en déduisant le volume de fluor dégagé à l'anode des volumes d'ozone et d'oxygène produits dans l'action du fluor sur l'eau, et aussi de la quantité d'eau oxygénée prenant naissance dans la réaction.

Voici, à diverses températures, le rendement en fluor rapporté au rendement théorique, pour la quantité d'électricité consommée.

Températures	Rendements p. %
56°	96,42 et 97,13
80°	87,6
110°	85,47
125°	84,37
150°	84,62

Au-dessus de 150°, le rendement s'abaisse considérablement par suite de l'attaque de l'électrode par le fluor.

Les résultats précédents ont été obtenus sous 30 V., pour une densité de courant de l'ordre de 0,3 A : cm². Cette tension est très supérieure à celle qui est nécessaire. On obtient d'excellents résultats sous 10 V, et même sous 8 volts. Sous 10 V. pour une température de 65°, le rendement électrolytique a été de 94,5 o/o. Ce dernier chiffre correspond à une production de 3,53 atomes-grammes par kilowatt-heure (soit 65 g. ou 39,42 litres pour une densité de courant de 0,3 A : cm²). Le maximum, pour 10 V, est 3,7 atomes-grammes (soit 70,3 g. ou 41,3 litres).

La préparation du fluor dans le laboratoire est donc devenue une opération facile et peu coûteuse. Les précautions qu'exige le maniement de l'acide fluorhydrique et du fluorure acide FK, 3 FH sont faciles à prendre. On manipule chaque jour dans l'industrie et sous de forts tonnages, des produits tout aussi dangereux.

Le procédé ainsi mis au point permettra la préparation industrielle du fluor, dont il est à prévoir que les applications pourront se multiplier. A. Bc.

Agronomie

Station d'essais de machines. — Quand les machines agricoles firent, dans les concours régionaux, une apparition d'abord modeste, mais bientôt croissante, les moyens faisaient défaut pour établir les essais qui eussent permis de guider les choix des cultivateurs. Le peu de temps dont disposait le jury l'obligeait à se prononcer hâtivement, insuffisamment éclairé par des appréciations manquant de bases sérieuses. Une classification obtenue dans un concours se voyait souvent modifiée dans un concours ultérieur sans qu'on puisse toujours justifier le fait, malgré la confiance accordée aux deux jurys. C'est qu'il y avait un examen là où un contrôle eût été nécessaire.

L'accroissement continu de la machinerie et le besoin croissant de fournir aux acheteurs des moyens plus sûrs d'information révélèrent la nécessité de créer un établissement spécial pouvant fournir aux intéressés des *Bulletins d'expériences* analogues aux *Bulletins d'analyses* des laboratoires de chimie. L'idée en fut adoptée par l'Administration de l'Agriculture dès 1885; mais, pour des raisons budgétaires, la création ne fut réalisée qu'en 1888.

La première installation fut faite rue Jenner, 47, sur un terrain loué à la Ville de Paris, mais qu'il fallut quitter en 1912 pour des nécessités de voirie. Recherches, formalités longues et nombreuses aboutirent à la cession à l'Etat, pour la Station, d'une partie de l'ancien couvent de Picpus (XII^e arr.) occupant 7.580 mq, dont 1380 en bâtiments qu'il fallait réparer et compléter.

Actuellement, sur les 130 mètres en bordure de l'avenue de Saint-Mandé (n° 2), diverses constructions sont venues s'ajouter à ce qui restait de la chapelle du couvent. Trois halls mesurant l'un 18 m. sur 7 m., l'autre 18 m. sur 8 et le troisième 15 m. sur 8 constituent la portion centrale de la Station, dominée, à l'arrière par un grand pylone en fer de 18 mètres d'élévation comportant six travées de 3 mètres chacune, pylone judicieusement conçu pour faire les essais de pompes, avec planchers mobiles, escalier extérieur et échelle ou fer pour permettre l'accès à la plate-forme, réservoirs d'eau ménagés à la base. Pour ces essais, en avant du pylone, sont installés un moteur et un dynamomètre de rotation qui indique l'énergie dépensée pour le fonctionnement de chaque pompe.

A l'extérieur de cette portion centrale, on trouve des hangars, des appentis, une grande remise de 21 m. de long ramenée de la rue Jenner, puis une installation pour essais d'usure des métaux, un pont-bascule de 5 tonnes, des pistes utilisées pour certains essais tels que semoirs et distributeurs d'engrais.

Tous les bâtiments sont occupés par un matériel considérable qui n'est pas là pour l'exposition, mais pour l'utilité. Ce n'est pas un musée de l'outillage agricole, c'est l'assemblage et la combinaison de tout ce qui est nécessaire aux essais, lesquels, d'ailleurs, ne sont pas limités au matériel agricole. La renommée de l'institution et de son directeur, M. Ringelmann, qui en fut l'initiateur, le fondateur et l'architecte, amène à la Station quantité d'inventeurs et d'industriels constructeurs qui viennent soumettre leurs nouveautés aux épreuves pour lesquelles l'établissement s'est peu à peu complètement outillé.

Cet outillage, il a fallu le créer de toutes pièces, car chaque essai pose quelque problème particulier nécessitant des dispositions spéciales et parfois un appareil nouveau. Une forte préparation mathématique et mécanique n'eût pas suffi à faire aboutir tant de solutions rationnelles pour lesquelles il a fallu une dépense soutenue d'ingéniosité.

Depuis les dynamomètres du général Morin, qui furent longtemps les seuls appareils de mesure de l'énergie, que de progrès ont été réalisés, nécessités par la variabilité des recherches à poursuivre, variabilité extrême pour la machinerie agricole, laquelle, à l'encontre des machines industrielles travaillant sur place à une tâche unique, est appelée à fonctionner dans des conditions parfois fort différentes, quelquefois en plein air et en déplacement.

Que de dispositifs ont dû être cherchés et réalisés de manière à rendre les essais faciles et néanmoins probants par leur rigueur scientifique ! Que de difficultés, par exemple, pour des machines en marche dans lesquelles les appareils de mesures et les ouvriers ne doivent pas se gêner mutuellement.

De 1888 à 1926, 900 machines ou appareils ont subi des essais rue Jenner, puis avenue de Saint-Mandé, donnant lieu à 51.557 expériences. La moyenne annuelle de ces expériences a décuplé en ces dernières années.

On peut dire qu'il s'est établi là une branche importante de la mécanique avec ses données acquises et son outillage spécial. Un tel résultat inspira l'idée d'utiliser l'établissement pour l'enseignement. Il fallait songer à préparer des successeurs et à permettre à des jeunes gens de se spécialiser dans la construction ou dans la vente des machines agricoles, à former une sorte d'école pratique de mécaniciens ruraux. La *Section d'application de Mécanique agricole* fut donc créée en août 1920 et fonctionne maintenant régulièrement.

La Station d'essais de machines, née en France, a trouvé des imitations à l'étranger.

L. H.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 23 janvier 1928.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Lainé.* — **Sur les équations $s = (x, y, z, p, q)$ intégrables par la méthode de Darboux.**

— *S. Serghiesco.* — **Sur le nombre des racines communes à plusieurs équations simultanées.**

— *Henri Milloux* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur une propriété de croissance des fonctions entières.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *N. Obrechkoff* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur la sommation absolue des séries de Dirichlet.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Hadamard.* — **Sur les opérations itérées en calcul des probabilités.**

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Paul Mentré* (prés. par M. G. Kœnigs), — **Sur les déplacements projectifs de deux faisceaux plans à droite commune.**

HYDRODYNAMIQUE. — *C. Camichel, P. Dupin* et *M. Teissié-Solier.* — **Sur l'existence dans l'écoulement d'un fluide autour de cylindres immergés, d'un phénomène périodique en régime de Poiseuille.**

MÉCANIQUE. — *Swyngedauw* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur la position de la ligne neutre dans la courroie.**

MOTEURS A EXPLOSION. — *R. Duchêne* (prés. par M. Cotton). — **Sur la propagation de la combustion dans les mélanges carburés.**

Cette étude est consacrée à la propagation de la combustion à partir d'une étincelle électrique qui l'allume à la fin d'une compression adiabatique. Les recherches ont porté particulièrement sur la phase initiale généralement négligée par les autres auteurs qui ont porté leur attention sur le régime stabilisé. La première phase comporte une combustion incomplète.

ÉLECTRICITÉ. — *M. Latour* (prés. par M. G. Ferrié). — **Microphone électrocapillaire.**

L'appareil consiste en un tube capillaire dont la section va croissant vers l'ouverture supérieure, et qui plonge dans le mercure, tandis qu'il est rempli d'un électrolyte (eau salée ou acidulée), lui-même recouvert d'huile pour éviter l'évaporation. Le contact avec l'électrolyte est assuré par un conducteur. En parlant à quelque distance de l'appareil, la parole est électriquement reproduite dans un récepteur branché entre les conducteurs. Une figure explicative est jointe à la description.

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *E. Rouelle* (prés. par M. Paul Janet). — **Sur quelques propriétés du démultiplicafeur.**

L'auteur complète les indications données dans une Note précédente (*C. R.*, 185, 1927, p. 1450), relatives aux conditions d'amorçage et de désamorçage du démultiplicateur de fréquence ferromagnétique. Dans cette seconde Note, il étudie les nouvelles propriétés qu'il a observées.

SPECTROSCOPIE. — *A. Cotton.* — **Sur un réglage automatique d'un spectrographe à réseau concave.**

A l'occasion de l'installation, à l'Office des Recherches, à Bellevue, d'un spectrographe monté à la façon de Eagle, l'auteur a fait diverses observations qu'il indique dans cette Note. Le montage qu'il a étudié permet de mettre automatiquement la fente, le réseau et la plaque dans les positions respectives que l'on obtient avec les montages de Rowland et de Eagle.

RADIOACTIVITÉ. — *B. Cabrera* (transm. par M. P. Weiss). **A propos de l'évolution des éléments.**

Si certaines circonstances peuvent modifier la probabilité de la transformation de chaque atome, nous ne pouvons prévoir leur nature dans l'ignorance, où nous nous trouvons encore, de la dynamique du noyau. En outre, les conditions ambiantes où se trouvent les atomes doivent avoir une influence sur les transformations spontanées bien que l'expérience n'ait permis jusqu'ici de découvrir cette influence.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *H. Marcelet* (prés. par M. C. Matignon). — **Examen à la lumière de Wood de quelques variétés d'huiles de foie de morue.**

Vingt-quatre échantillons d'huile ont été examinés : les fluorescences observées ont varié, suivant la qualité des huiles, du jaune très pâle au jaune d'or brun. Certains échantillons industriels posés sur le papier ont d'abord montré sous les rayons ultra-violets une teinte marron, mais en faisant couler la goutte on la voit immédiate-

ment se nimber d'or. Le chauffage à 150 et 200° ne modifie pas la fluorescence. L'hydrogénation la fait disparaître.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Vasilesco Karpen* (prés. par M. Paul Janet). — **Les piles à électrodes inaltérables et le principe de Carnot.**

Dans cette Note l'auteur expose ses nouvelles observations relatives à l'absence de réactions chimiques dans les éléments (électrodes et électrolytes) formant les piles qu'il a décrites antérieurement (*C. R.*, 1927, 185, p. 766 et 942) et qui empruntent définitivement toute l'énergie qu'elles développent à la chaleur du milieu ambiant, contrairement au principe de Carnot.

— *M. Ballay* (prés. par M. L. Guillet). — **Sur une théorie de l'effet Ludwig-Soret.**

Les expériences et les calculs de l'auteur montrent que la théorie thermodynamique, utilisant les chaleurs de dilution doivent se montrer plus féconde que la théorie osmotique de Van't Hoff.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Ch. Moureu* et *Ch. Dufraisse.* — **Autoxydation et action antioxygène. Sur la théorie de la catalyse d'autoxydation : le mécanisme.**

Les auteurs poursuivent la discussion du problème énergétique que soulève l'interprétation de l'action antioxygène. Ils formulent ainsi les conclusions qui se dégagent de cette nouvelle Note : « 1° Nous ne pensons pas que l'on puisse condamner nos conceptions au nom des principes de la thermodynamique; 2° Le mécanisme que nous proposons, indépendant de toute conception énergétique, pourra s'adapter à celle que les discussions en cours feront adopter; 3° Bien que les antioxygènes soient souvent aussi antilumières, il y a intérêt, dans l'état actuel de nos connaissances, à regarder les deux actions comme indépendantes; 4° Comme notre théorie a reçu de l'expérience des confirmations saisissantes et que, d'ailleurs, elle a rendu et rend encore de réels services pour interpréter les faits connus et en faire prévoir de nouveaux, ce qui, en définitive, constitue son meilleur critérium, nous continuerons, tout en nous efforçant de la perfectionner, à nous en inspirer.

CHIMIE MINÉRALE. — *A. Duboin* (prés. par M. P. Matignon). — **Sur des silicates de cuivre complexes.**

L'auteur a étudié l'action isolée d'un grand nombre d'oxydes métalliques, sur la silice dissoute dans le fluorure de potassium. Il étudie particulièrement dans cette Note la formation d'un silicate double d'alumine et d'oxyde de cuivre. On projette de l'alumine dans un bain de fluorure de potassium contenant de la silice en dissolution tant que cette base se dissout puis de l'oxyde de cuivre; on laisse refroidir et on refond le culot avec du chlorure de potassium. Le produit final, retiré de la masse consiste en très petits cristaux bleu se présentant sous forme d'aiguilles prismatiques, de densité 2.8, à 0° et répondant à la formule :

$$Al^2O^3\ 2\ Cu\ O,\ 3\ K^2O,\ 6\ SiO^2$$

Les cristaux sont solubles dans l'acide chlorhydrique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *R. Quelet* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur le parabromo-Δ_1-buténylbenzène.**

Le parabromo-Δ_1-buténylbenzène traité par le magnésium en présence d'éther anhydre, donne lieu à une réaction analogue à celle que l'on observe avec le parabromopropénylbenzène. Il est préférable d'abandonner le mélange à lui-même pendant un temps suffisant plutôt que de hâter la dissolution du magnésium en maintenant l'éther en ébullition. Après 48 heures de contact on obtient un complexe possédant tous les caractères d'un dérivé organo-magnésien ordinaire.

— *A. Mailhe* et *Renaudie* (prés. par M. Matignon). — **Formation d'hydrocarbures à partir de l'alcool propylique.**

Les auteurs, dans une Note précédente (*C. R.*, 185, 1927, p. 1598) avaient montré que la décomposition catalytique de l'alcool butylique, effectuée sur de l'oxyde uraneux, conduit à des carbures d'hydrogène. Les recherches dont ils exposent maintenant les résultats, montrent que l'alcool propylique donne également des hydrocarbures.

— *G. Brus* (transm. par M. Paul Sabatier). — **Action du Cl et du Br sur le nopinène.**

En faisant agir le chlore sur le pinène, on obtient du chlorure de bornyle, des dérivés chlorés liquides, du chlorure de tricyclène et des produits polychlorés. L'action du brome donne du bromure de bornyle et du bromure de tricyclène cristallisés, et des produits dibromés et polybromés incristallisable. Mais alors que l'action de l'acide chlorhydrique et de l'acide bromhydrique sur le pinène I et le nopinène II conduit par la même transposition moléculaire, aux mêmes dérivés, chorure et bromure de bornyle, l'action du chlore et du brome doit, au contraire, conduire à des dérivés dihalogénés différents.

HYDROLOGIE. — *N.-P. Péntcheff* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Recherches sur les gaz rares de quelques sources thermales de Bulgarie.**

L'auteur a étudié les sources des trois stations : Gornia-Bania, Hissar et Kovanlik. Les résultats fournis par les analyses et exposés dans un tableau, ont montré que les rapports s'accordent avec la théorie astrophysique de MM. Moureu et Lepape.

L. Franchet.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Gabriel Bertrand* et *Mme M. Rosenblatt.* — **Sur la présence générale du sodium chez les plantes.**

Les résultats exposés dans cette Note montrent que du sodium existe en proportions dosables dans toutes les espèces végétales et dans toutes les parties des espèces végétales analysées. C'est à la défaillance des méthodes utilisées jusqu'ici qu'il faut attribuer les exceptions relativement nombreuses que l'on avait cru exister quant à la présence du sodium chez les plantes. Ces exceptions ne subsistent plus aujourd'hui.

— *R. Douris* et *J. Beck* (prés. par M. d'Arsonval). — **Mode d'action des réactifs dans le séro-diagnostic de la syphilis. Influence du *p*H.**

Tous les réactifs antigènes pour le séro-diagnostic de la syphilis ont un pH acide et sont en solution colloïdale au moment de leur emploi.

Leur action sur le sérum est due en partie à leur acidité qui rapproche les protéines du sérum de leur point isoélectrique, et détermine leur précipitation. A ce moment intervient l'union des particules colloïdales du sérum avec les particules contenues dans l'antigène. On a ainsi une augmentation du trouble produit dans la réaction précédente et une sédimentation plus accentuée. Ces phénomènes présentent leur maximum d'intensité dans les plus récentes méthodes proposées pour le séro-diagnostic de la syphilis.

— *N. Bezssonoff* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Sur le régime à base d'avoine et jaune d'œuf et sur la duarlité de la vitamine *C*.**

La valeur du régime à base d'avoine, jaune d'œuf est confirmée. Il n'existe pas de relation étroite entre les

proportions des principaux aliments qui entrent dans ce régime et son efficacité. Mais celle-ci dépend strictement de la présence d'éléments oligosynergiques, tels que les a définis M. G. Bertrand. Une préparation obtenue par le procédé à l'acétate neutre du plomb contenait toutes les vitamines C. Une neutralisation partielle au $CaCO^3$ de cette préparation, suivie d'un traitement à l'alcool, ne permit pas de séparer le facteur C^2 et de prouver définitivement la dualité du principe C.

— *Swigel Posternak* et *Théodore Posternak* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sur un éther inositotétraphosphorique naturel optiquement actff.**

A côté d'hexaphosphate d'inosite qui forme la partie constituante de toutes les graines étudiées jusqu'ici, les germes de blé contiennent en quantité prépondérante un éther tétraphosphorique lévogyre. Comme les auteurs n'ont pu retrouver ce dernier dans le malt de 5 et de 15 jours, il semble être un des premiers produits d'évolution de l'hexaphosphate d'inosite.

GÉOLOGIE. — *Pierre Pruvost* (prés. par M. Ch. Barrois). — **Coupe géologique du sondage de Ferrières-en-Bray.**

Les espoirs de découvrir un gisement d'hydrocarbures exploitable durent être abandonnés lorsque la sonde toucha le socle paléozoïque, à 1.150 mètres de profondeur. En même temps, la rencontre des micaschistes à ce niveau reculait la perspective, souvent envisagée, d'atteindre un gisement de houille dans cette région. Toutefois, l'exploration a fait connaître avec précision la succession, l'importance et les caractères des couches superposées dans la partie centrale profonde, du bassin de Paris. Cette Note en contient la série, avec les principaux des fossiles recueillis aux divers niveaux.

— *Paul Corbin* et *Nicolas Oulianoff* (prés. par M. Pierre Termier). — **Le massif du Prarion et le synclinal complexe de Chamonix.**

Les auteurs exposent les résultats de l'étude sur le terrain concernant la prolongation vers le Sud du massif du Prarion, à l'aide de quelques coupes transversales au synclinal complexe de Chamonix : 1° par le col de Voza et le Mont Lachat; 2° par le Mont Vorassay; 3° par le Mont du Truc, versant septentrional; 4° par le Mont du Truc, versant méridional.

Le fond de la vallée du Bon Nant est occupé par des roches cristallines et par du Carbonifère. Sur le versant oriental de la vallée du Bon Nant, la masse sédimentaire respectée par l'érosion est encore très importante et c'est dans cette masse que sont taillés le Mont Vorassay et le Mont du Truc.

— *A. Demay* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur les gneiss granulitiques du Pyfara et du synclinal de Saint-Marcel dans les Cévennes septentrionales.**

Dans le panneau du Pyfara et dans le synclinal de Saint-Marcel, le développement des granulites franches et des faciès granulitiques est postérieur aux écrasements et par suite aux mouvements essentiels du Cristallophyllien.

La continuité des gneiss œillés inférieurs, de la série de Pouyardière et des gneiss œillés du Pilat, se trouve établie dans un domaine qui dépasse 50 km. en direction axiable, 30 km. en direction diamétrale.

BOTANIQUE. — *Henri Coupin* (prés. par M. A. Dangeard). **Sur la nutrition carbonée d'une Mucorinée, le *Rhizopus nigricans*.**

Lorsqu'on compare la nutrition carbonée du *Rhizopus* avec celle d'une Mucédinée (*Aspergillus glaucus*), on voit qu'elles ont entre elles beaucoup d'analogies dans leur ensemble, mais en diffèrent par le détail puisque, par exemple, parmi les substances assimilées par le *Rhizopus* et non par l'*Aspergillus*, on peut citer l'amidon, la gomme arabique, les acides acétique, oléique, citrique, et que, parmi les substances assimilées par *Aspergillus* et non par le *Rhizopus*, se placent l'érythrite, le raffinose, le lactose, l'inuline, l'asparagine, l'amygdaline.

ICHTHYOLOGIE. — *J. Chaine* et *J. Duvergier* (prés. par M. Ch. Gravier). — **Contribution à la détermination des espèces de Poissons du genre *Mugil*.**

De la comparaison des sagitta des cinq *Mugil* étudiés, les auteurs arrivent à conclure que si *M. cephalus*, *M. chelo* et *M. auratus* constituent bien ce qu'on est convenu d'appeler de bonnes espèces, il n'en est pas de même de *M. capito* et de *M. saliens* qui pourraient bien n'être que deux formes d'un même type.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *R. Lutembacher* (prés. par M. Louis Lumière). — **La structure des muscles striés d'après leurs propriétés optiques.**

Il était admis jusqu'ici que le muscle strié est constitué par un grand nombre de fibrilles, de structure hétérogène, et que chaque fibrille est composée d'une série linéaire de deux matières différentes alternant régulièrement : les *bandes sombres*, biréfringentes et contractiles; les *bandes claires*, monoréfringentes et élastiques. Les recherches effectuées principalement sur des muscles d'insectes à l'état frais amènent l'auteur à concevoir autrement la structure de ces muscles. Dans les bandes contractiles, il existe, dans une région intermédiaire, deux systèmes d'ondulations qui se coupent optiquement; c'est dans ce plan seulement que la double striation des muscles est apparente. Aussi, n'est-il pas nécessaire de faire intervenir des substances différentes pour appliquer les effets optiques constatés sur les muscles.

HISTOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *H. Bierry* et *M. Kollmann* (prés. par M. Ch. Gravier). — **Le pancréas et le testicule au cours de la polynévrite aviaire.**

Les îlots de Langerhans sont beaucoup plus volumineux et relativement plus nombreux dans le pancréas des oiseaux atteints de polynévrite que dans le pancréas des témoins, sacrifiés au bout d'un même temps. Les lésions testiculaires sont d'ordinaire facilement réparables. Lorsqu'elles sont graves (hypertrophie du tissu conjonctif, réduction du contenu canaliculaire aux seules spermatogonies), on peut penser qu'elles ne sont pas dues à l'avitaminose B proprement dite, mais qu'elles sont surtout la conséquence d'une sous-alimentation longtemps prolongée.

MÉDECINE. — *Marage* (prés. par M. d'Arsonval). — **Surdité et composition musicale.**

Si Beethoven avait été d'une surdité le retranchant à la fois du monde extérieur et du monde intérieur, on peut se demander s'il aurait pu écrire une seule œuvre musicale. Son genre de surdité l'a retranché du monde extérieur, ce qui l'a empêché d'être influencé par ses contemporains, et lui a permis, grâce à cette excitation des centres auditifs, d'écrire des œuvres qu'un musicien de son époque, en santé normale, n'aurait jamais composées.

P. Guérin.

Séance du 30 janvier 1928.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *S.-A. Zanczewski* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les systèmes différentiels homogènes du quatrième ordre.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Rolf Nevanlinna* (prés. par M. Emile Borel). — **Compléments aux théorèmes d'unicité dans la théorie des fonctions méromorphes.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *A. Khintchine* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la loi forte des grands nombres.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *E. Goursat.* — **Sur le rôle des caractéristiques doubles dans le problème de la déformation des surfaces.**

MÉCANIQUE. — *A. Rateau.* — **Sur le nombre de tours spécifique et la puissance spécifique des turbines motrices.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Pierre Dive* (prés. par M. Hadamard). — **Rotation autour d'un axe d'une masse fluide hétérogène à stratification ellipsoïdale.**

ASTRONOMIE. — *Emile Belot* (prés. par M. Bigourdan). — **L'origine des satellites à révolution rétrograde et la vitesse de la nébuleuse primitive.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Hadamard.* — **Sur le principe ergodique.**

— *N. Kryloff* (prés. par M. Hadamard). — **Sur l'algorithme variationnel et le problème fondamental de la physique mathématique.**

CHIMIE PHYSIQUE. — *N. Marinesco* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur le poids moléculaire et l'assiociation de la chlorophylle en solution.**.

MOTEURS A EXPLOSIONS. — *P. Dumanois* (prés. par M. Rateau). — **Au sujet de la théorie des antidétonants.**

Si on admet la formation de peroxydes instables en phase liquide pendant la période de compression, au fur et à mesure que la pression de compression croît, la proportion de peroxyde augmente dans la cylindrée; lorsque la combustion est déclenchée par l'étincelle de la bougie, la décomposition des peroxydes agit par le dégagement de la chaleur qui en résulte pour déclencher plus tôt l'onde explosive. La présence d'antidétonants empêchant la formation de ces peroxydes, empêche en même temps la formation de l'onde explosive.

CAPILLARITÉ. — *J. Nageotte* (prés. par M. Brillouin). — **Sur l'étude des bulles de myéline à l'ultra-microscope.**

L'étude de ces bulbes de myéline faite avec un éclairage latéral a mis en évidence des faits nouveaux car il permet l'analyse des surfaces réfléchissantes par les images réelles et virtuelles de la source lumineuse; il éclaire les sols colloïdaux et les particules ultra-microscopiques et montre leurs rapports avec les figures myéliniques transparentes.

ÉLECTRICITÉ. — *C.* et *H. Gutton* (prés. par M. G. Ferrié). — **Sur la décharge électrique en haute fréquence.**

Les auteurs décrivent dans cette Note, les expériences qu'ils ont effectuées en vue de déterminer pour des fréquences comprises entre $5{,}33.10^4$ et $0{,}96.10^8$ (longueurs d'onde 5.620 m. et 3 m. 2) comment la différence de potentiel pour laquelle une décharge lumineuse se produit dans l'hydrogène est fonction de la pression.

ONDES HERTZIENNES. — *J. Aicardi* (prés. par M. G. Ferrié). — **Sur un nouveau dispositif d'alignement par émissions hertziennes.**

Le dispositif imaginé par l'auteur a pour but de permettre à un navire ou à un aéronef de suivre en temps de brume un alignement déterminé; il est constitué par un système de deux antennes émettrices placées à faible distance l'un de l'autre et émettant des ondes de même longueur, mais présentant une différence de phase bien définie α.

RAYONS X. — *Jean Thibaud* (prés. par de Broglie). — **Discontinuité d'absorption dans le domaine intermédiaire (bandes K du carbone, de l'azote et de l'oxygène).**

L'auteur a pu distinguer, par la méthode qu'il a employée, les discontinuités K du carbone (vapeur organique de la graisse des joints), de l'azote et de l'oxygène, les intensités respectives des sauts d'absorption se trouvant dans le même rapport que les intensités des raies caractéristiques $K\alpha$ correspondantes observées précédemment (*C. R.*, 185, 1927, p. 62) : la discontinuité K du carbone est plus intense, puis K de l'azote, enfin K de l'oxygène. On enregistre facilement cinq ordres de la bande du carbone. M. Thibaud n'a pas observé de structure fine de ses discontinuités, ce qui s'accorde avec l'idée admise d'un seul niveau K.

SPECTROSCOPIE. — *G. Balasse* (prés. par M. A. Cotton). — **Etude du spectre continu d'émission produit par la décharge sans électrodes.**

Les spectres continus d'émission présentent la particularité de se raccorder à certaines raies du spectre d'émission. Cette particularité est due à un phénomène de dispersion anormale (lequel est lié à une variation considérable de l'indice de réfraction au voisinage immédiat de la raie) à l'intérieur des raies auxquelles se fait le raccordement.

Le spectre continu semble d'autant plus intense que le nombre atomique de l'élément, siège de la luminescence, est plus élevé : il est très intense dans le cas du césium, son obtention nécessite de longs temps de pose dans le cas du potassium; le rubidium offre le cas intermédiaire. D'aute part, il augmente en intensité avec la tension mise aux bornes de l'éclateur.

OPTIQUE. — *Y. Rocard* et *Ph. de Rothschild* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Absence d'élargissement des raies spectrales après réflexion.**

L'élargissement des raies par réflexion sur un miroir dont les atomes sont doués d'agitation thermique et qui devrait se traduire par un abaissement considérable de l'ordre d'interférence limite, n'existe pas. Peut-être la diffraction des ondes incidentes par les atomes n'est-il pas le phénomène élémentaire. Peut être aussi les ondes diffractées par des centres atomiques très voisins ne peuvent-elles avoir les longueurs d'ondes très voisines sans que par un phénomène d'accrochage, elles deviennent aussitôt synchrones.

OPTIQUE INSTRUMENTALE. — *A. Couder* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur la construction et l'essai d'un miroir de télescope de forme particulière, en verre Pyrex.**

L'auteur donne à la pièce de verre qui constitue le miroir une forme telle, qu'il a pu obtenir que les flexions présentent un caractère de régularité qui supprime leur action sur la qualité des images, et dont le seul effet soit une légère variation de la distance focale. Le miroir est un disque renforcé au bord par un anneau épais qui repose par son autre base sur trois appuis. Sous l'influence de la composante normale de son poids, le disque soutenu par son bord s'incurve en restant de révolution. Dans l'expression des ordonnées de flexion, en fonction de la distance à l'axe, existe deux termes, dont le plus important, du second degré, représente une courbure et entraîne une variation de la distance focale. L'autre terme, du quatrième degré représente une déformation, au sens de l'optique géométrique. La surface du miroir est un paraboloïde.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *G. Denigès* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Microdosage immédiat de l'ion phosphorique, par céruléomolybdimétrie, dans les liquides de l'organisme, les eaux naturelles, les boissons fermentées, les matières agricoles, etc.**

Dans cette Note l'auteur indique la marche à suivre pour déceler l'ion phosphorique au moyen d'un réactif

qu'il prépare en laissant en contact pendant une heure, dans un flacon presque plein, de la tournure de cuivre avec du réactif sulfo-molybdique étendu au quart. On retourne à plusieurs reprises le flacon sur lui-même pour homogénéiser le liquide qu'on décante au bout du temps fixé. Il doit être renouvelé toutes les semaines.

Le procédé permet de doser l'ion phosphorique dans des produits dont on ne possède que de petites quantités.

L. FRANCHET.

ALGOLOGIE. — *C. Sauvageau.* — **Sur les Adélophycées du *Litosiphon*.**

Le *Litosiphon*, qui fait l'objet des observations relatées dans cette Note, abrite constamment sa portion inférieure dans les cryptes pilifères du *Sacchorhiza* sans pénétrer dans le thalle ni le déformer. Commun à Guéthary, ce *Litosiphon* produit d'abord uniquement des sporanges pluriloculaires, plus tard, un mélange des deux sortes d'organes et, finalement, les sporanges uniloculaires dominent.

Les pléthysmothalles issus des zoospores des sporanges pluriloculaires sont moins étendus, moins adhérents au support, moins ramifiés et plus précocement fertiles que ceux provenant des zoospores des sporanges uniloculaires.

BOTANIQUE. — *René Marie* et *Louis Emberger.* — **Vue d'ensemble de nos connaissances phytogéographiques du Maroc : II. Les régions, domaines et secteurs.**

Dans la région méditerranéenne, les auteurs distinguent le *domaine lusitanien*, le *domaine maurétano-méditerranéen*, le *domaine maurétano-atlantique* et le *domaine mauretano steppique*. Chacun de ces domaines est subdivisé en deux à quatre secteurs.

Le territoire de la région saharienne est situé au sud d'une ligne reliant le cap Noun, Bou Denib et Figuig.

— *Paul Dop* et *F. Duffas* (prés. par M. H. Lecomte). — **Sur les calices aquifères des *Clerodendron*.**

Les poils capités cutinisés, considérés par Koorders comme des hydathodes ne jouent aucun rôle dans la sécrétion d'eau. Les stomates aquifères calicinaux sont sûrement la voie que suit l'eau, soit pour sortir à l'extérieur du calice, soit pour remplir la cavité entièrement close du calice jeune.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *S. S. Kharbush* et *M^lle Panca Eftimiu* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Sur les phénomènes de réduction chromatique dans la famille des Erysiphacées.**

Les observations ont porté sur une ou deux espèces appartenant aux genres *Uncinula*, *Microsphœra*, *Sphœrotheca*, *Phyllactinia*, *Erysiphe* et *Podosphœra*. Le noyau sexuel subit trois bipartitions successives : la première est *réductionnelle du nombre des chromosomes*, les deux suivantes sont à la fois *équationnelle et réductionnelle* de la substance chromatique.

Le nombre des chromosômes dans la famille des Erysiphacées est de quatre seulement et le stade diploïde n'existe que dans l'asque.

PHYSIOLOGIE. — *Maurice Fontaine* (prés. par M. Joubin). **Sur les réactions, aux fortes pressions, du gastrocnémien de grenouille immergé dans une solution hypotonique.**

Dans le cas d'immersion du gastrocnémien dans une solution hypotonique, on voit nettement la similitude existant entre l'action d'une forte pression et celle d'une tétanisation.

ZOOLOGIE. — *C. Motas* (prés. par M. Ch. Gravier). — **Un hydracarien nouveau recueilli au Grand Lautien (Var).**

Il s'agit du *Limnolegeria longiseta* n. gen. n. sp. qui représente à lui seul toute une sous-famille nouvelle pour la France, celle des *Anisitsiellinœ*.

Ce genre a les yeux séparés et les pattes postérieures sans griffes. Son organe maxillaire et l'aspect des griffes des trois premières paires de pattes rappellent ceux de *Teutonia*. L'organe génital ressemble à celui de *Nilotonia*, *Dartia* et surtout *Lebertia*. Mais la forme du palpe, du rostre, de l'organe maxillaire et les deux apodèmes épimérales distinguent nettement le genre *Limnolegeria* de ces trois derniers genres.

HISTOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Y. Manouélian* et *J. Viala* (prés. par M. Roux). — **Cellules nerveuses et virulence des glandes surrénales.**

Il résulte des recherches exposées dans cette Note que, chez le Chien, la virulence des capsules surrénales est en rapport, avec l'existence de neurones, seuls vecteurs de l'agent de la rage.

Les ganglions nerveux sont de vrais centres nerveux périphériques. Leur rôle est considérable dans la rage, car si les glandes salivaires, les capsules surrénales et d'autres viscères sont virulents, c'est parce que les neurones inclus dans ces organes sont parasités par le microbe de la rage.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *E. Roubaud* (prés. par M. F. Mesnil). — **Sur l'inaptitude du *Plasmodium præcox* à l'évolution hivernale chez l'*Anopheles maculipennis*, et ses conséquences épidémiologiques pour l'Europe septentrionale.**

Le *Pl. præcox*, qui évolue si facilement chez l'*Anoph. maculipennis* aux températures de la chambre en été, se révèle inapte à cette évolution aux températures d'hibernation du moustique dans une pièce normalement chauffée soumise à des refroidissements nocturnes modérés.

L'incapacité du *Pl. præcox* au développement hivernal est, pour l'auteur, la principale raison pour laquelle la tierce maligne a plus rapidement et plus complètement abandonné l'Europe septentrionale que l'infection à *Pl. vivax*. Ce dernier peut encore partiellement se maintenir, à la faveur de l'infection hivernale, tandis que l'agent de la tierce tropicale, réduit par ses exigences thermiques plus grandes à la seule évolution d'été, a complètement disparu, en particulier de nos régions.

P. GUÉRIN.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. Mangin, Directeur du Muséum National d'Histoire naturelle a été élu Vice-président de l'Académie en remplacement de M. Henneguy, décédé.

— M. d'Ocagne est désigné pour représenter l'Académie à la cérémonie du Centenaire de la naissance de Jules Verne, le 12 mars 1928 à Nantes.

M. Helbronner est désigné pour représenter l'Académie à la Commémoration que le Club alpin français fera, en juillet prochain, de la première ascension de Pelvoux, par le capitaine Durand, du corps des ingénieurs géographes.

Académie de Médecine. — Deux Membres correspondants nationaux dans la section des Sciences biologiques ont été élus : 1° M. Bardier, Professeur de Pathologie générale et expérimentale à la Faculté de Médecine de Tou-

louse : 2° M. Bouin, Professeur d'Histologie à la Faculté de Médecine de Strasbourg.

Observatoire de Paris. — M. d'Azambuja, Aide-astronome de 1re classe a été nommé Astronome adjoint en remplacement de M. Pourteau, mis à la retraite.

M. Chatelu, Aide astronome de 1re classe a été nommé Astronome adjoint en remplacement de M. Salet nommé Astronome.

Observatoire d'Alger. — M. J. Huss est chargé d'assurer les fonctions d'Aide Astronome.

Bibliothèque de Newton. — Le Colonel de Villamill vient de trouver dans un manoir de Gloucestershire la Bibliothèque de Newton qui est restée dans la même famille depuis 1727, année de la mort du célèbre mathématicien. Etant mort intestat, sa succession fut dispersée et on croyait perdue sa bibliothèque. Parmi les 500 à 600 ouvrages déjà examinés, on a retrouvé ses premiers livres de collège.

L'aviation à l'Université d'Oxford. — Désormais les étudiants qui auront un entraînement suffisant seront autorisés à faire des essais de vol à Hyelord, à 12 milles d'Oxford, dans l'après-midi seulement et en présence de deux officiers de la Royal Air Force. Il sera interdit de survoler la ville d'Oxford. Les étudiants devront avoir la permission des parents et du tuteur, et un certificat médical.

Vie scientifique universitaire

Universités. — *Facultés de Médecine.* — Par décret en date du 26 février 1927, il est créé dans chacune des Universités de Paris, Lyon et Montpellier une chaire magistrale d'Hydrologie thérapeutique et de climatologie.

Sont nommés titulaires, pour chacune de ces chaires :

M. Villaret, agrégé à la Faculté de Médecine de Paris ;

M. Piery, agrégé à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Lyon.

M. Giraud, agrégé, à la Faculté de Médecine de Montpellier.

Université de Paris. — Le Recteur est autorisé à accepter la donation faite à l'Université par Mme Vve Goldet, née Deutsch, d'une rente annuelle de 12.000 francs, devant être affectée à la création de deux bourses d'une valeur égale de 6.000 francs, portant le nom de « Bourses Henri et Marie Goldet » à attribuer annuellement, l'une à un étudiant poursuivant des études supérieures de chimie dans un établissement d'enseignement de l'Université de Paris, l'autre à une étudiante inscrite dans un des établissements d'enseignement de la dite Université.

— *Faculté de Médecine.* — Un arrêté en date du 13 février 1928 approuve le maintien des emplois d'Agrégés : Histologie : 1 ; Anatomie pathologique : 1.

Fondation Thiers. — La Fondation procède actuellement, et jusqu'au 30 avril à son recrutement. Nous rappellons qu'elle reçoit chaque année cinq jeunes gens déjà pourvus, en sciences et en lettres, d'une agrégation ou au moins d'une licence, en droit ou en médecine, d'un doctorat. On y peut rester trois ans, avec l'entretien complètement assuré et, en outre, des allocations mensuelles et annuelles. On doit s'y consacrer exclusivement à des études scientifiques désintéressées (préparation d'une thèse de doctorat scientifique ou littéraire, ou de l'agrégation aux Facultés de droit et de médecine, etc.).

Pour tous renseignements s'adresser à la Direction et Conservation des archives, 5, rond-point Bugeaud, Paris, (16e).

Cité Universitaire. — L'idée de fonder une maison américaine à la cité Universitaire de Paris a reçu l'approbation de quinze présidents d'universités, qui ont signé une déclaration en faveur de ce mouvement. Les universités intéressées sont : l'Université de Virginie ; Yale University ; l'Université de Montana ; Columbia Universtiy ; Brown University ; Princeton University ; Rollins College ; Dartmouth College ; l'Université de Michigran ; l'Université de Chicago ; Vassar College ; Smith College ; Willesley College ; Leland Stanford Junior University.

Ecole navale. — Un emploi de professeur d'électricité générale sera vacant à l'Ecole Navale de Brest à la fin de l'année scolaire en cours.

Les professeurs agrégés de physique candidats à cet emploi devront faire parvenir au Ministère de la Marine, avant le 1er mai, une demande mentionnant leurs titres (brevets, diplômes, travaux, récompenses...) accompagnée d'un relevé de leurs services donnant droit à pension. Ils devront s'engager à servir au moins 4 années à l'Ecole Navale.

Les titres des candidats seront soumis à l'examen du conseil de perfectionnement des Ecoles de la marine ; le ministre procédera à la nomination au vu des propositions de ce conseil.

Les traitements des professeurs à l'Ecole Navale sont les mêmes que ceux des professeurs agrégés des lycées de Paris ; ils peuvent avancer d'un échelon tous les quatre ans dans le cadre des professeurs de l'Ecole Navale.

Les professeurs de l'Ecole Navale peuvent, en dehors de leur service normal, être chargés dans les mêmes conditions que les officiers professeurs à l'école, de faire des conférences ou de faire subir des interrogations dans les Ecoles d'officiers de marine et d'élèves officiers installées à Brest.

Muséum National d'Histoire naturelle. — Cours de Zoologie (*Entomologie*). — M. Bouvier, Professeur, Membre de l'Institut a commencé son Cours le mardi 6 mars à 14 h. 30 dans la Galerie de Zoologie (1er étage) et le continuera les semaines suivantes le mardi et le samedi à la même heure.

Le Professeur traitera des *Insectes Hémiptères* et insistera particulièrement sur l'évolution et l'intérêt agricole des *Pucerons*, *Phylloxéras*, *Cochenilles* et autres poux des plantes.

Cours de Physique végétale. — M. Bridel, Professeur, a commencé son Cours le vendredi 9 mars, à 17 h. 15 dans l'Amphithéâtre du Laboratoire, 45 *bis* rue de Buffon et le continuera le mercredi et le vendredi de chaque semaine, à la même heure.

Dans la première partie de son Cours, le Professeur traitera des propriétés des produits fermentaires utilisés dans les méthodes biochimiques de recherches, des sucres et des glucosides dans les végétaux.

Dans la seconde partie, il étudiera l'utilisation, au laboratoire de ces méthodes biochimiques.

Ecole nationale des Eaux et Forêts. — Les élèves réguliers qui auront satisfait aux examens de sorties recevront un diplôme leur conférant le titre d'*Ingénieur des Eaux et Forêts*.

Le bénéfice de cette disposition est accordé aux élèves réguliers qui sont déjà sortis de l'Ecole.

Les élèves libres, français et étrangers qui auront satisfait aux conditions de scolarité imposées aux élèves réguliers et qui auront subi avec succès les mêmes examens et les mêmes épreuves que ces derniers, recevront un diplôme d'*Ingénieur civil des Eaux et Forêts*.

Le bénéfice de cette disposition pourra être accordé, sur la demande des intéressés et sur la proposition du Directeur de l'Ecole et du Directeur général des Eaux et Forêts, après avis du Conseil d'Administration des Eaux et Forêts, aux élèves libres français et étrangers déjà sortis de l'Ecole.

Université de Montpellier. — *Faculté des Sciences.* — M. Durand, Maître de Conférences de Chimie à Toulouse, est nommé Maître de Conférences de Chimie physique à Montpellier en remplacement de M. Faillebin.

Université d'Aix-Marseille. — *Ecole de Médecine et de Pharmacie.* — M. Mattei, Professeur suppléant, est nommé Professeur de thérapeutique.

Institut de recherches chimiques en Pologne. — Un Institut de recherches chimiques vient d'être ouvert à Varsovie par M. Ignace Moscicki, Président de la République. M. Moscicki est un ancien Professeur de Chimie.

Universités japonaises. — Le Ministère de l'Instruction publique établira, en avril prochain, à Formose une sixième Université impériale. Quatre existent déjà au Japon et une en Corée.

— *Ecoles Centrales.* — Le Japon a commencé de remédier à un grand défaut de son système d'enseignement. Il a aboli les examens d'entrée dans les « écoles centrales » (second degré). Jusqu'ici, les candidats sortants des écoles primaires étaient obligés de subir ces examens, les parents intervenaient souvent auprès des professeurs de manières diverses, parce qu'au Japon c'est une grande disgrâce de ne pas réussir dans un examen. Si bien que l'examen était devenu une pure formalité, et d'autre part il s'était ouvert de nombreuses « écoles de préparation » où les candidats étaient vraiment exploités.

Désormais, l'entrée dans les écoles centrales sera basée sur la capacité de chaque élève, sur ses conditions physiques et sur les notes obtenues dans les écoles primaires. (I. U.).

L. F.

Nécrologie

H. A. Lorentz (1853-1928). — H. A. Lorentz a été un des plus grands physiciens de tous les temps; il a été aussi un homme universellement aimé, occupant une place unique dans l'estime des hommes de science de toutes les nations, un de ces cœurs d'élite qui entraînent le rapprochement des peuples. Le beau discours que le Professeur Langevin a prononcé au nom des physiciens français aux obsèques de l'illustre savant, et que nous publions ci-dessous, est un témoignage, auquel s'associe la *Revue Scientifique*, de cette double action scientifique et humaine.

A l'homme illustre et bon que fut Hendrik Antoon Lorentz, entré vivant depuis de longues années dans la gloire la plus pure, mort en pleine force et en pleine lumière de façon brutale et douce à la fois, je viens apporter au nom de mon pays un hommage d'affection pour sa personne, de douleur pour sa perte et d'admiration pour son œuvre.

Nous le connaissions bien, puisqu'après l'avoir appelé à diverses reprises pour des exposés qui nous permettaient d'entrer en communion plus intime avec sa pensée, nous avons eu la bonne fortune de le voir souvent, au cours des années récentes, venir à Paris où l'attachaient des liens de famille et où l'appelaient les réunions du Comité directeur de l'Institut de Coopération Intellectuelle.

Par l'incomparable éclat de sa parole autant que par ses écrits, il a exercé chez nous une influence profonde et, comme partout ailleurs, puissamment contribué à créer le mouvement si rapide qui emporte la Science aujourd'hui.

Son nom restera, dans l'histoire de notre Physique, représentatif d'une des plus belles périodes qu'aient connues la joie de comprendre et l'espoir de pénétrer le monde par l'esprit. Grâce à son information à la fois précise et profonde, grâce à la tournure puissamment synthétique de son esprit, grâce à son égale facilité pour créer et pour exprimer, il a réussi plus que tout autre physicien à incorporer dans notre représentation, au triple point de vue cinétique, thermodynamique et électromagnétique, la conception corpusculaire, la structure discontinue de la matière et de l'électricité, réalisant ainsi une œuvre à laquelle j'ai pu, il y a deux ans, lors du cinquantième anniversaire de son doctorat, célébré ici même de manière si touchante et auquel se rattache le souvenir ému de Kamerlingh Onnes, appliquer l'épithète de classique, dans tous les sens

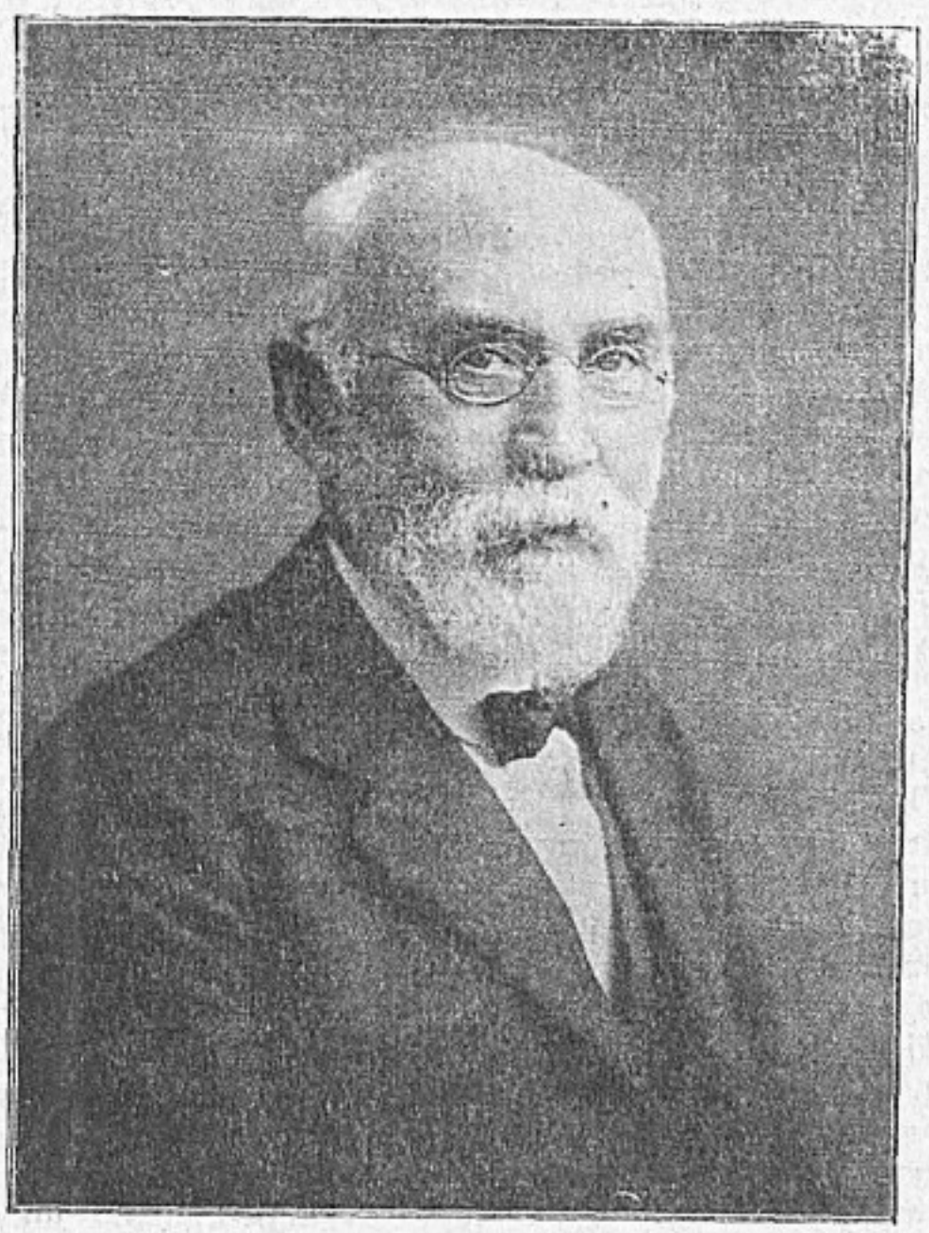


Fig. 76. — H.-A. Lorentz

de ce terme. Classique par le fond, par la logique interne, par l'harmonie et la beauté de la construction qui en assureront la durée; classique par la forme, d'une parfaite et souveraine clarté qui a permis d'en tirer de suite du définitif; classique par sa portée et sa généralité, comme toute œuvre vraiment fondamentale et humaine. Largement appuyée par toutes ses racines sur ce qu'a de plus fécond l'histoire de notre science, elle est le tronc puissant d'où se sont détachées les deux maîtresses branches de la relativité et des quanta dont le développement remplit nos vingt dernières années et dont les rameaux commencent à rejoindre leurs feuillages pour la synthèse attendue, qui portera son ombre douce et légère sur la tombe où va dormir, dans la paix du devoir accompli, celui qui fut notre maître à tous.

Je vous apporte, mon grand et cher Lorentz, l'hommage particulier du Collège de France, ouvert depuis quatre siècles à toutes les grandes idées et où vous avez voulu

accepter, il y a seize ans, de venir donner un inoubliable enseignement, dans notre langue, dont vous maîtrisiez, comme d'ailleurs pour tant d'autres, toutes les finesses et toutes les difficultés. Je vais traduire l'impression générale de vos auditeurs d'alors en disant que jamais plus belles leçons ne furent faites, en français dans notre vieux Collège. Il vous en reste profondément reconnaissant.

J'apporte aussi l'hommage de la Société Française de Physique, dont vous étiez membre d'honneur et qui vous demanda plusieurs fois d'augmenter l'éclat de ses réunions annuelles de Pâques en venant lui parler de vos travaux. C'est là que j'eus l'honneur et la joie, il y aura bientôt vingt-cinq ans, de faire votre connaisance après m'être nourri de vos Mémoires, et d'aimer en vous, à côté de la pronfondeur de l'esprit, la simplicité, le charme de l'accueil et la générosité du cœur.

Vous êtes resté des nôtres depuis cette époque, associé à nos joies et à nos souvenirs comme à nos travaux. Vous étiez présent, il y a cinq ans, au cinquantième anniversaire de notre fondation, comme, il y a trois mois, à la célébration du centenaire de Fresnel. Ce fut votre dernière visite à Paris, visite bien rapide, d'une seule nuit, mais particulièrement précieuse puisque vous aviez eu la touchante pensée d'amener avec vous, en brillante auréole qui vous seyait si bien et vous était si intimement liée, les membres du cinquième conseil de physique Solvay, premier acte depuis la guerre et heureux présage de la reprise véritable et tant désirée d'une collaboration internationale de tous les physiciens.

C'est un dernier et grand service que vous aurez rendu dans cette si importante partie de votre action humaine où l'on vous doit la création et l'animation de l'Institut de physique Solvay ainsi que le dévouement que vous avez consacré comme l'heureuse influence que vous avez exercée à la Commission de coopération intellectuelle de Genève autant qu'à l'Institut de Paris.

En tant que membre du Comité international de l'Institut de physique Solvay dont vous étiez à la fois fondateur et président, je tiens à rappeler ici comment vous avez su donner une forme vivante et féconde à la généreuse pensée d'Ernest Solvay et avec quel éclat vous avez présidé les cinq conseils tenus, depuis le premier qui, en 1911, affirma de manière définitive et incontestable l'importance de la conception géniale de Planck, l'acuité du problème des quanta et la nécessité de leur introduction, jusqu'au dernier, il y a trois mois, où nous avons pu mesurer toute l'importance du chemin parcouru en un peu plus de quinze ans.

C'est ici le lieu de dire quel incomparable président vous fûtes, par l'autorité de votre science, par la souplesse de votre esprit qui vous permettait de suivre, de résumer, de traduire et souvent de clarifier ce qui avait été dit dans une langue quelconque; par la finesse et la bienveillance de votre cœur qui unissait tous les cœurs dans une commune affection pour vous et créait une atmosphère si douce à la fois et si propice au travail en commun d'hommes venus de tous les coins du monde. Nous nous rappelons, en particulier, la manière dont vous saviez prononcer, dans les circonstances un peu solennelles, ces délicieuses allocutions, si spirituelles et si humaines où vous exprimiez le sentiment et l'âme de tous, comme si, en conquérant leur affection, vous aviez su prendre et comprendre l'essentiel d'eux-mêmes.

Laissez-moi rappeler aussi, à propos de cette action internationale qui laissera de vous le souvenir d'un des grands citoyens d'une Europe nouvelle ou d'un monde nouveau, l'action discrète et efficace par laquelle vous avez aidé, pendant la guerre, tant de pauvres gens réfugiés dans votre pays et par laquelle vous vous êtes efforcé de préserver les derniers liens de la pensée entre des nations bouleversées par la tempête.

Eclairée par ces rayons d'humaine tendresse autant que par la flamme du génie scientifique, votre image restera dans le souvenir de ceux qui vous ont connu et aimé. Ils reverront un visage de bonté, un peu penché souvent, encadré de barbe blanche et éclairé d'yeux bleus si pleins d'intelligence et de bienveillante finesse. Ils reverront les gestes familiers de la main jouant avec la chaîne d'or pendant que la voie tranquille expose l'idée abstraite ou traduit le sentiment humain.

Et puis, ils passeront à leur tour, après s'être efforcés de suivre votre exemple et d'entretenir la flamme qu'ils transmettront à d'autres dont la mémoire gardera pieusement votre nom. Des souvenirs comme le vôtre, qui se prolongent ainsi pour des générations,constituent l'armature sur laquelle se développe et s'appuie la floraison humaine où chacun de nous est un lien entre un passé très sombre et un avenir meilleur.

Nul n'a mieux que vous compris ce sens de la vie et du devoir humain. A côté de la compagne qui fut si près de vous et devant qui nous nous inclinons aujourd'hui avec un douloureux respect, vous laissez des enfants dont certains, en orientant leur activité dans une direction voisine de la vôtre, ont voulu se faire doublement vos continuateurs, par l'esprit comme par la chair, pour vous attacher plus étroitement encore à une humanité qui s'honore de vous. Elle associe aujourd'hui, dans sa gratitude, à la famille qui vous prolonge, le pays si riche en savants dont vous augmentez si précieusement la gloire.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Nouvelles tables de Log. $n!$ à 33 décimales depuis $n = 1$ jusqu'à $n = 3000$, par F. J. Duarte. In-8° de 130 pages. Genève, Imprimerie Albert Kundig : Index généralis, 46, rue Jacob, Paris, 7e. — Prix : 30 fr.

L'importance des tables de factorielles n'a pas échappé aux mathématiciens de la fin du XVIIIe siècle, ces grands calculateurs, et en 1824 Degen publiait à Copenhague des tables à 18 décimales de Log. $n!$, n ayant toutes les valeurs entières de 1. à 1200.

Les tables de Degen sont bien peu connues; les rares exemplaires qui en existent encore sont à peu près introuvables; aucun contrôle ne paraît en avoir été fait.

M. Duarte qui avait calculé il y a quelques années pour les besoins de l'Office national Météorologique des tables de factorielles à 12 décimales pour les valeurs de n allant de 1 à 1000 vient d'étendre son travail dans ces nouvelles tables avec l'espoir de les voir utilisées dans les recherches sur la théorie des nombres et dans le calcul des expressions factorielles qui se présentent constamment dans le Calcul des Probabilités. Une première table contient les valeurs de Log n à 33 décimales depuis $n = 1$ jusqu'à $n = 3000$. Une deuxième table donne avec 40 décimales, les multiples de 1 à 100 du module des logarithmes vulgaires; une troisième table permet le calcul des logarithmes à 33 décimales.

Ces tables sont le résultat d'un grand effort, et forment un instrument de calcul précieux que la conscience et l'habileté de son auteur permettent d'utiliser en toute sécurité.

J. B.

Microscopic fresh water-life, par F. J. W. Plaskitt. In-8° relié de 278 pages avec 286 figures. Chapman and Hall, éditeurs, 11 Henrietta Street Covent Garden. Londres W. C. 2. — Prix : 13 sh. 6 p.

Cet ouvrage, remarquablement bien édité et illustré de nombreux dessins et de fort belles photomicrographies, intéressera vivement ceux qui débutent dans l'étude des organismes microscopiques vivant dans des rivières, des lacs, des étangs et des mares. Il mettra les naturalistes-amateurs et les étudiants à même de s'initier aisément à la récolte et à l'observation des plus communs parmi les petits organismes végétaux ou animaux qui peuplent les eaux douces.

Les jeunes gens qui commencent des études supérieures de Sciences naturelles et qui possèdent un microscope y trouveront la description d'un grand nombre d'espèces animales ou végétales, ce qui leur donnera l'occasion de s'exercer, en se distrayant, aux techniques de l'observation microscopique et leur fera comprendre le grand intérêt que présente la biologie aquatique. Il constituera pour eux une excellente introduction à la lecture d'ouvrages plus complets, tels que celui de Ward et Whipple, en même temps qu'il les habituera à la traduction des textes biologiques anglais. Nous possédons en France d'excellents petits manuels sur la faune et la flore des cours d'eau, des lacs et des étangs, mais les organismes microscopiques surtout les végétaux, y son traités très sommairement; le livre de M. Plaskitt constituera donc pour ces ouvrages un complément des plus utiles. A. B.

Nutrition de la plante. Echanges d'eau et de substances minérales, par M. Molliard, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences de Paris. Deuxième édition. — In-16 de 393 pages avec 46 fig. (*Encyclopédie scientifique*). Gaston Doin et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 25 francs.

Les lecteurs de la *Revue Scientifique* seront certainement heureux d'apprendre que déjà paraît la nouvelle édition, revue et corrigée, du premier des huit volumes dans lesquels l'auteur a traité l'ensemble de la physiologie végétale. Botanistes, physiologistes, biochimistes et microbiologistes consulteront cet ouvrage avec intérêt et profit, d'autant mieux qu'un index bibliographique de 19 pages permet de remonter aisément aux sources. De plus, il rendra les plus grands services aux étudiants qui préparent dans nos Facultés des Sciences, les certificats d'études supérieures de botanique, de physiologie générale ou de chimie biologique; ils y retrouveront avec plaisir la clarté et la précision qui caractérisent les leçons si intéressantes et si vivantes de l'auteur. A. B.

Précis de bactériologie, par Ch. Dopter et E. Sacquépée, Médecins-Inspecteurs de l'Armée. *Troisième édition*. Deux volumes in-8° de 1385 pages avec 372 figures noires et coloriées (*Bibliothèque de A. Gilbert et L. Fournier*). J.-B. Baillière et Fils, Paris.

Que dire d'un ouvrage qui est sur la table de tous les bactériologistes, même de ceux qui ont écrit ou écrivent des livres analogues? Comment le recommander davantage aux lecteurs de la *Revue Scientifique* à qui nous avons exprimé, à deux reprises, tout le bien que nous en pensions? Il nous suffira certainement de leur indiquer la publication de cette nouvelle édition entièrement refondue pour que ceux d'entre eux qui, par goût ou par profession, désirent être au courant des progrès de la science bactériologique se la procurent immédiatement.

Toutefois, il nous semble qu'il ne sera pas inutile de signaler cet excellent Précis, d'une manière particulière, à l'attention des étudiants ou des débutants. Ils auront intérêt à lui donner la préférence parce qu'il constituera pour eux le meilleur des manuels pour la préparation des examens et parce qu'ils le conserveront comme le plus précieux des guides quand ils auront terminé leurs études. Ceux qui deviendront bactériologistes ou hygiénistes auront sans cesse à la consulter. Quant aux praticiens l'intérêt de leurs malades leur imposera d'y revoir souvent les notions qui aident si puissamment au diagnostic, au traitement et à la prévention des maladies microbiennes.

A. Berthelot.

Recherches biologiques et expérimentales sur les Ascomycètes de Lichens, par R. G. Werner. In-8° de 28 pages avec 14 figures et 8 planches. Braun et Chic, imprimeurs, Mulhouse, 1927.

Après une courte introduction historique consacrée aux principaux travaux expérimentaux parus depuis la reconnaissance des Lichens comme végétaux doubles (1866-1873), l'auteur étudie dans la partie principale de ce travail illustré de 8 planches et de nombreuses figures « in texte » un certain nombre de Champignons de Lichens foliacés et fruticuleux isolés en culture pure à partir des spores. Celles-ci se projettent invisiblement à des moments bien déterminés de l'année et en variant selon chaque genre avec la dessiccation lente du thalle. Constante pour le *Peltigera canina* et le *Xanthoria parietina*, dont les spores sont bicellulaires d'après les recherches de l'auteur, la projection reste restreinte aux mois de novembre à août pour le *Ramalina fraxinea*, de février à juin pour le *Parmelia saxatilis*, le *Parmelia conspersa* et le *Parmelia olivacea*, de novembre à février pour l'*Anaptychia ciliaris*, de juin à juillet pour le *Sticta pulmonacea*, au printemps pour les *Cladonia squamosa* et *coccifera*, l'*Usnea barbata*, les *Gyrophora erosa* et *cylindrica*, le *Baeomyces roseus* et le *Physcia stellaris*.

La germination des spores cultivées sur des milieux gélosés stérilisés à base de malt ou sur des milieux synthétiques avec ou sans source d'azote est également soumise à certaines lois. Elle a toujours lieu un ou deux jours après l'éjaculation chez les spores arrivées à maturité, tandis qu'elle tarde ou ne se produit pas chez celles qui sont moins mûres. L'émission des tubes germinatifs s'est effectuée de novembre à juin chez le *Xanthoria* avec maximum en mars, de novembre à mai chez le *Ramalina* (maximum en avril), de février à juin chez les *Parmelia* (maximum en mai), du printemps à juillet chez les *Cladonia*, l'*Usnea* et le *Baeomyces* (maximum en mai et avril), en juin chez le *Gyrophora erosa*, en juin et juillet chez le *Sticta*, en mars avec arrêt de croissance chez le *Peltigera*, en mai avec arrêt chez le *Physcia*, en juin avec arrêt chez le *Gyrophora cylindrica*. Elle a été nulle chez l'*Anaptychia* et chez *ciliaris*, l'*Umbilicaria pustulata*. On constate donc à partir du *Sticta* une régression de plus en plus marquée de la faculté germinative des spores. Cette régression s'étend aux organes de reproduction, vu le nombre peu élevé de spores dans les asques de l'*Umbilicaria* avec projection peu abondante ou inexistante.

Les ramifications centrifuges des tubes germinatifs produisent un mycélium floconneux dont les hyphes ou filaments s'anastomosent. A la suite d'une croissance plus ou moins rapide — elle l'est d'autant plus que la faculté germinative est limitée — ce mycélium devient visible à l'œil nu à partir du 2e ou 3e mois sous forme d'un petit point ayant la grosseur d'une tête d'épingle. Le tissu de pareilles colonies est uniformément plectenchymateux et se compose d'hyphes très enchevêtrées. Avec le troisième mois, s'opère la différenciation du plectenchyme en trois couches qui correspondent absolument à celles du

Lichen. Cependant le Champignon isolé ne possède pas d'Algues dans sa couche gonidiale. Chacun prend un aspect et une coloration qui lui sont particuliers — ils varient parfois selon les milieux — et qui souvent se rapprochent des Lichens correspondants. L'état adulte est, en général, atteint après un an ou un an et demi. Tous les Champignons liquéfient la gélatine, d'où se précise leur caractère saprophytique. Ils se multiplient activement à l'aide des hyphes aériennes qui détachent des cellules ou conidies bien définies chez le *Cladonia* et le *Gyrophora*. Dans les autres genres, la multiplication s'opère par fragments d'hyphes aériennes ou par stolons mycéliens spéciaux au Champignon isolé.

Dans la seconde partie de son travail, l'auteur décrit les Algues ou gonidies isolées du *Xanthoria parietina*, du *Parmelia conspersa* et du *Ramalina fraxinea*. Elles se développent également en colonies d'un aspect spécial et liquéfient la gélatine.

Enfin, un chapitre final traite de la réunion de l'Algue et du Champignon, dont les hyphes aériennes fonctionnent, en outre, en filaments chasseurs à la recherche de nouvelles cellules vertes. L'Algue tendant à prédominer par suite de la suralimentation intense, le Champignon se défend en pénétrant par certaines hyphes dans son symbiote. Mais s'il est capable de tuer d'autres végétaux (Mousses, Lichens non apparentés), son action destructive ne s'exerce jamais sur la gonidie ni sur ses propres parents.

Et l'auteur conclut, que la culture pure du Champignon est réalisable à condition d'observer le moment de maturité des spores.

P. GUÉRIN.

Les Méthodes d'Abrams, par Jules RÉGNAULT, ex-professeur d'anatomie à l'Ecole de médecine navale. In-8° de 200 pages et 32 fig. Maloine, éditeur, Paris.

Abrams, professeur de pathologie au Collège médical Cooper de Saint-Francisco, mérite d'attacher son nom au réflexe vertébro-cardiaque (excitation de l'apophyse épineuse de la septième vertèbre cervicale). Il a longuement étudié ce réflexe et cette étude a été le point de départ de ses travaux ultérieurs; ceux-ci se rapportent aux influences exercées sur les viscères par des excitations portées au niveau de telle ou telle vertèbre ou des nerfs qui y correspondent : c'est la spondylothérapie.

Recherchant ensuite, les modifications apportées par les aimants sur ces réflexes, Abrams, constate un jour, par hasard, qu'un fragment de tissu carcinomateux, placé près du sujet servant à l'expérience, modifiait les réactions; poussant alors ses recherches dans ce sens, il pose les lois de l'électronodiagnostic bientôt suivie de l'électronothérapie.

Les faits énoncés révolutionnaient les connaissances admises et la démonstration des faits était très délicate, aussi les travaux d'Abrams n'étaient suivi que par quelques médecins, quand, en 1921, un littérateur américain Upton Saint-Clair en saisit le grand public par un article dithyrambique publié dans *Pearson's Magazine* et aussitôt s'engagea une violente polémique dont les échos sont parvenus en France.

Le Dr Jules Régnault, de Toulon, nous donne non seulement un excellent exposé et une critique des théories et des méthodes d'Abrams mais encore nous montre de quelles méthodes dérive la spondylothérapie (Kua-Tsu, Tcha-Tchenn). Sa conclusion nous paraît tout à fait digne d'être adoptée : « Les recherches et expériences d'Albert Abrams méritent d'être reprises et continuées, dès maintenant elles fournissent des bases nouvelles pour les études de physiologie, de pathologie et de thérapeutique. »

Dr J. PR.

L'organisation scientifique du Travail, par G. BRICARD, ingénieur en chef du G. M. (Collection Armand Colin, éditeur à Paris) In-16 de 200 pages, Colin, éditeur, Paris. — Prix : 9 francs.

Dans ce remarquable abrégé de la Science de l'organisation du Travail, on trouve, à titre d'exemple, la description des services et la reproduction des principaux imprimés d'une grande usine américaine que Taylor, lui-même, organisa.

L'auteur met à la portée de tous les intéressés, la grande compétence que, notamment, ses visites à de nombreuses usines américaines et françaises lui ont permis d'acquérir. Les principes des études de temps et des procédés de travail; les divers systèmes de salaires; la « taylorisation » de diverses industries; les systèmes dérivés ou rivaux du système Taylor sont exposés avec une grande clarté et un esprit critique très averti.

EDMOND MARCOTTE.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Planchon et Bretin. — Précis de matière médicale. Nouvelle édition. 2 volumes in-8 de 1548 pages, avec 469 figures. Maloine, éditeur, Paris. — Prix : 95 francs.

A. Astruc. — Traité de Pharmacie galénique. 2e édition. 2 volumes in-8 de 1345 pages avec 149 figures. Maloine, éditeur, Paris. — Prix : 130 francs.

Maurice d'Ocagne. — Le calcul simplifié par les procédés mécaniques et graphiques. 3e édition. In-8° de 206 pages avec 69 figures. Gauthier-Villars, éditeur. Paris. — Prix : 20 fr.

F. Divisia. — Economie rationnelle. In-16 de 474 pages avec 40 figures (*Encyclopédie scientifique*). Doin. éditeur, Paris. — Prix : 30 fr.

Netter. — Voitures et wagons. Matériel, freinage, éclairage, chauffage. In-8° de 602 pages avec 484 figures. Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 80 francs.

Ch. Doyère. — Théorie du navire. In-8° de 666 pages avec 341 figures. Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 90 fr.

Archives de l'Institut de Paléontologie humaine. — MÉMOIRE I : La Grotte de l'Observatoire à Monaco par Marcellin Boule et L. de Villeneuve. In-4° de 113 pages avec 16 figures et 26 planches. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 150 francs.

MÉMOIRE II : Les Poissons, les Batraciens et les Reptiles dans l'Art quaternaire par H. Breuil et R. de Saint-Périer. In-4° de 169 pages avec 76 figures. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 80 fr.

Brachet. — La vie créatrice des formes. In-16 de 200 pages (*Nouvelle Collection scientifique*). Alcan, éditeur, Paris.

R. Anthony. — Anatomie comparée du cerveau. In-8° de 372 pages avec 234 figures. Doin, éditeur. Paris — Prix : 70 francs.

Annuaire pour l'an 1928 publié par le Bureau des Longitudes. In-18 de 1000 pages. Gauthier-Villars, éditeur. Paris. — Prix : 12 francs.

Douglas W. Johnson. — Paysages et problèmes géographiques de la Terre américaine. In-8° de 248 pages. Payot, éditeur. — Prix : 40 francs.

Le Gérant : M. HÉDAN.

Imp. P. et A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 6 — 66e ANNÉE — 24 MARS 1928

LES PETITES PLANÈTES

par E. DOUBLET

Astronome honoraire de l'Observatoire de Bordeaux

Dès que l'esprit des premiers hommes se fut élevé à la hauteur nécessaire pour que quelques opérations intellectuelles lui fussent possibles, le spectacle des phénomènes célestes fut un des plus anciens objets de leur attention. Les pâtres de la Chaldée, surveillant leurs troupeaux jour et nuit, consacrèrent leurs veilles prolongées à la contemplation des astres, et, sans doute au bout de plusieurs siècles, ils parvinrent à acquérir des notions que ne possèdent pas, — à leur grande honte, — tous nos contemporains.

Et, d'abord, ils distinguèrent des étoiles fixes, (*astra infixa cælo*) les planètes ou astres mobiles. Deux de ces derniers, le Soleil et la Lune, diffèrent des étoiles par leurs dimensions, par leur éclat et surtout, en ce qui concerne notre satellite, par ces phases qui s'expliquent si facilement quand on admet que la Lune est un corps sphérique, non lumineux par lui-même, mais qui nous renvoie la lumière du Soleil, et circule autour de notre globe, la durée de cette révolution étant à peu près de 29 jours 13 heures.

Mais cinq autres astres qui, par leur apparence ne diffèrent pas beaucoup des étoiles, se meuvent parmi celles-ci, ce sont les planètes proprement dites.

On sut bientôt que la Lune n'est qu'une humble suivante de notre Terre ; beaucoup plus tard, grâce à Copernic, il fut reconnu que le Soleil est immobile dans l'espace (abstraction faite du mouvement de translation de tout le système solaire qui n'a été découvert qu'à la fin du XVIIIe siècle) et que c'est la Terre qui circule autour de lui ; mais le nombre des planètes n'en fut pas altéré, et il se trouvait des gens qui démontraient, par des raisons qui nous semblent bien ridicules, que ce nombre ne pouvait être supérieur à sept.

Képler, cependant, avait fait connaître une loi régissant les distances qui séparent les planètes du Soleil, mais cette loi ne se trouvait pas vérifiée d'une manière absolue. La différence des rayons des orbites de Mars et de Jupiter était plus grande qu'elle n'aurait dû être et l'illustre astronome allemand croyait qu'une planète, encore inconnue, devait circuler entre ces deux astres.

Mais il devait s'écouler près de deux siècles encore avant que nous connussions une planète différente de celles qu'avaient observées les Chaldéens.

Un jeune homme d'origine allemande, fixé en Angleterre, William Herschel, vivait des profits qu'il tirait de son talent de musicien ; mais cet organiste, ce professeur de musique, était doué d'une intelligence avide de tout le savoir humain, et, presque uniquement par ses efforts personnels, il avait acquis une instruction des plus étendues, possédait plusieurs langues et savait beaucoup de mathématiques.

Ayant eu l'occasion de contempler les curiosités du ciel dans un petit télescope qui n'avait que deux pieds de distance focale, il résolut de se procurer un instrument analogue, et, le prix

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs

qu'il fallait y mettre étant beaucoup trop élevé pour lui, il n'hésita pas à se faire opticien et se jeta dans une multitude d'essais sur le pouvoir réfléchissant des divers alliages, sur la manière de donner aux miroirs la courbure voulue ; il réussit au-delà de toutes ses espérances. Dès 1774, il disposait d'un télescope de cinq pieds de long (1).

En 1781, c'était d'un instrument de sept pieds de distance focale dont il faisait usage, quand, le 13 mars, il remarqua, parmi « les étoiles qui sont vers le pied boréal des Gémeaux » un astre qui lui parut avoir un diamètre sensible, et qui, en vingt minutes, se déplaça nettement par rapport aux étoiles voisines. Il crut que c'était une comète, mais, dès le 8 mai, un astronome français peu connu, quoique bien digne de l'être, le président de Saron, apprit au monde savant qu'il s'agissait d'une nouvelle planète. Herschel voulut l'appeler, en l'honneur du roi qui le protégeait, *Georgium sidus*, mais le nom d'Uranus a prévalu. On sait que le désaccord entre la théorie et l'observation, pour ce qui concerne les mouvements d'Uranus, amena Le Verrier, en 1846, à découvrir une autre grande planète, Neptune.

Il n'est pas impossible que la sensationnelle découverte due à W. Herschel ait rappelé l'attention des astronomes sur la possibilité de l'existence d'une planète intermédiaire entre Mars et Jupiter. Toujours est-il que, en 1800, un ancien officier de l'armée autrichienne, le baron de Zach (2), directeur de l'Observatoire de Gotha, s'entendit avec cinq astronomes allemands pour rechercher la planète hypothétique. Dans ce but, ils se partagèrent le Zodiaque, et chacun se chargea d'en étudier spécialement une partie. Mais leurs efforts ne furent pas couronnés de succès, et la gloire de cette découverte fut méritée par Giuseppe Piazzi, né à Ponte, dans la Valteline, qui faisait alors partie de la Suisse italienne, le 16 juillet 1746. Il mourut à Naples le 22 juin 1826 (1).

Entré à dix-huit ans, dans l'ordre des Théatins, il compléta son instruction à Turin, puis à Rome, où il sut s'attirer l'amitié et la confiance de deux Minimes français, les PP. Jacquier et Le Seur, qui ont donnée une édition, encore appréciée, des *Principia* de Newton.

Il appartint à diverses universités, où il enseigna des sciences aussi différentes que la théologie et les mathématiques. A Palerme, ses services furent si remarqués, que le roi Ferdinand IV créa un observatoire dans cette ville et lui en confia la direction.

N'ayant pas la pratique des observations, il se rendit à Paris en 1787, et devint un des meilleurs élèves de Lalande, à qui l'astronomie doit tant d'adeptes, et des plus illustres ; de là, il passa à Londres où il se lia avec le grand constructeur d'instruments de précision de l'époque, Ramsden, qui devait lui fournir non pas un quart de cercle, selon l'usage général, mais un cercle entier. Il eut, de plus, cette chance d'être servi promptement, alors que Ramsden était le moins exact des hommes quand il s'agissait de livrer un appareil dont il avait accepté la commande (2).

Le 1er janvier 1801, Piazzi voulant observer, dans la constellation du Taureau, l'étoile à laquelle La Caille, dans son catalogue d'étoiles zodiacales, a donné le numéro 87, la vit précédée par une étoile de huitième grandeur, et lorsque, le jour suivant, selon son habitude, il voulut répéter son observation, il remarqua que ce petit compagnon avait changé de place par rapport à l'étoile de La Caille. Il ne put douter qu'il ne s'agît d'un astre nouveau, planète ou comète. Il poursuivit ses observations aussi longtemps que le lui permirent l'approche du Soleil et son mauvais état de santé, mais il négligea, ce qui est contraire à nos habitudes d'aujourd'hui, de faire connaître sa découverte aux autres astronomes, qui auraient pu, eux aussi, étudier le nouvel astre errant. C'est seulement le 23 janvier qu'il en donna communication à Oriani et à Bode, sans rien décider d'ail-

(1) Herschel s'y prenait, pour avoir des miroirs aussi parfaits que possible, de la façon suivante : il s'occupait à la fois de plusieurs miroirs ayant la même grandeur et il revenait toujours sur le moins bon, en sorte qu'il ne risquait pas d'altérer celui qui était le mieux réussi. Il avait inventé une machine pour ce travail de polissage, pendant lequel il s'interrompait à peine le temps de prendre quelque nourriture. Dès 1788, il était arrivé à construire le plus grand de ses télescopes, qui avait quarante pieds de distance focale, quatre de diamètre et dont le miroir pesait deux mille livres.

(2) Zach, né en 1754, mourut en 1832 à Paris, où il était venu pour se faire opérer de la pierre par Civiale. Il fut une victime du choléra. — C'était un homme d'une érudition prodigieuse et un astronome plein de zèle dont le nom n'est pas oublié, grâce à la *Correspondance astronomique*, journal publié d'abord en allemand, puis en français. — Arago a porté contre Zach une grave accusation, celle de plagiat. — Pour juger ce différend, il faudrait avoir en mains les pièces du procès.

(1) Le centenaire de cette mort semble être passé inaperçu, même en Italie ; c'est une véritable et surprenante injustice.

(2) L'observatoire était installé sur une tour du palais royal. Piazzi se hâta de s'y établir et y travailla si bien qu'en 1803, il put publier un premier catalogue contenant les positions de 6.748 étoiles. En 1814, il en donnait un second, plus étendu, puisque les étoiles y étaient au nombre de 7.646, pour lequel il s'était donné la peine de déterminer lui-même les positions des étoiles fondamentales, au lieu de les emprunter à Maskelyne.

C'était un travail énorme que l'on appréciera si l'on songe que, d'après le baron de Zach, l'élaboration du premier de ces catalogues avait, à elle seule, exigé l'emploi de trente millions de nombres.

leurs sur la nature du nouveau corps céleste. Bode et Oriani, tant le service des postes était alors imparfait, ne reçurent leurs lettres que le 20 mars et le 5 avril et ne purent retrouver l'objet qu'ils recherchaient, perdu dans les rayons du Soleil. De là résultèrent des commentaires injurieux pour le caractère de Piazzi, et fort injustes.

Les astronomes eurent grand peine à retrouver dans le ciel l'astre découvert par l'astronome italien, parce que l'arc parcouru par la planète était si petit que les méthodes alors employées pour le calcul d'une orbite étaient insuffisantes. Gauss réussit cependant à indiquer à peu près la région du ciel où on devait la rechercher, si bien que Zach la retrouva le 7 décembre 1801 et Olbers le 1er janvier 1902. — On put alors s'assurer que la nouvelle planète est bien intermédiaire entre Mars et Jupiter.

Il s'agissait de lui donner un nom. Piazzi choisit celui de *Cérès Ferdinandea*, qui avait l'avantage d'honorer la Sicile, pays aux plantureuses moissons, et son souverain. Ce nom ne plut pas à tout le monde ; Bonaparte, que la découverte de Piazzi avait frappé, aurait préféré celui de Junon, et Lalande, toujours désireux de faire valoir ses élèves, celui de Piazzi.

L'astronome ne connaissait sans doute pas une dissertation philosophique imprimée en 1801, mais composée plus tôt, et qui avait pour auteur le célèbre philosophe Hegel (1).

Les astronomes auraient pu, la conjecture de Képler étant vérifiée, se dispenser de rechercher des astres nouveaux, situés entre Mars et Jupiter. Par bonheur, ils n'en firent rien, et, de 1802 à 1807, ils en trouvèrent trois, auxquels on donna les noms de Pallas, Junon et Vesta (2).

Pendant bien longtemps, aucune autre petite planète ne fut découverte. — Mais, en attendant, on fit des conjectures sur ces petits astres, dont le plus brillant, sinon le plus gros, Vesta, apparaît comme une étoile de la 6,5 grandeur et, par suite, est, à la rigueur, visible à l'œil nu.

Il faut bien remarquer que, vu la petitesse du diamètre apparent de ces *astéroïdes*, pour faire usage d'un mot qu'on a créé à leur intention, leurs dimensions, en lieues ou en kilomètres, sont à peu près impossibles à déterminer. Herschel pensait que le diamètre de Cérès est 65 lieues de 4 kilomètres, et, selon Schroeter, il est 185 lieues. Aussi, l'*Annuaire* du Bureau des Longitudes, qui indique la valeur des diamètres des grandes planètes, celui de la Terre étant pris pour unité, s'abstient-il sagement de toute indication semblable pour les astres qui nous occupent.

Olbers avait pensé que Cérès et Pallas pouvaient être les fragments d'une plus grosse planète qu'une force inconnue avait fait éclater comme un obus. Dans ce cas, il était à présumer que d'autres fragments de cet astre hypothétique devaient circuler dans l'espace, et, d'après les lois de la Mécanique, ces fragments devaient, dans leur course autour du Soleil, repasser périodiquement par le point où l'explosion s'était produite. On avait donc surveillé les points d'intersection des orbites de Cérès et de Pallas, et cette surveillance avait fait découvrir Junon et Vesta.

Bessel crut, avec raison, que les recherches de cette sorte seraient grandement facilitées si les observateurs avaient à leur disposition des cartes représentant, aussi exactement que possible, les positions relatives des étoiles. Le 21 octobre 1824, il adressa à l'Académie des Sciences de Berlin une lettre où il lui proposait de faire entreprendre la construction de telles cartes où seraient figurée la zone céleste comprise entre les degrés —15 et +15 de déclinaison ; ses propres observations de zones pouvaient servir de base à ce grand travail, mais, bien entendu, on y adjoindrait toutes les étoiles qu'avaient observées Bradley, Piazzi et Lalande entre les limites ci-dessus indiquées ; d'ailleurs, des signes convenus devaient faire connaître les étoiles qui, ayant été observées plusieurs fois, méritaient plus de confiance. — Enfin, on devait faire une comparaison détaillée entre ces cartes et le ciel, pour faire toutes les rectifications indispensables. L'Académie devait surveiller le travail, en couvrir les frais et récompenser les dessinateurs de la carte.

Il devait y avoir 24 feuilles, représentant chacune une heure d'ascension droite. Les premières de ces feuilles (heure XV et heure XVIII) parurent en 1830, les deux dernières (heures O et IX) en 1859.

C'était un bien grand travail, comme on voit, et il fut longtemps avant de donner les fruits qu'on en attendait. Enfin, le 8 décembre 1845, Hencke (1), directeur des postes à Driesen, découvrit une cinquième petite planète. Astrée, ce qui lui valut, entre autres récompenses, le prix Lalande. En 1847, il fit encore une découverte analogue, celle de la petite planète Hébé.

Depuis lors, les recherches des astronomes, notamment en Angleterre et en Allemagne,

(1) *Dissertatio de orbitis planetarum*, Ienæ, 1801, in-8°. in-8°.

(2) Pallas fut découverte par Olbers à Brême, le 28 mars 1802. Le même astronome découvrit Vesta, le 29 mars 1807. A l'observatoire de Lilienthal, près de Brême, Harding découvrit Junon, le 1er septembre 1804. — C'est à Lilienthal que Bessel fut d'abord un « professionnel » de l'astronomie. Jusque là, il n'avait été qu'un simple amateur, consacrant à la science les loisirs que lui laissait sa profession de commis marchand.

(1) Il faut bien se garder de confondre Hencke avec le célèbre directeur de l'Observatoire de Berlin, Encke. — Cet astronome amateur vécut de 1793 à 1866.

aboutirent à beaucoup de trouvailles semblables. En France, où les astronomes amateurs étaient rares (1), les découvertes furent rares aussi, d'autant plus que l'Observatoire de Paris était mal pourvu en fait d'instruments équatoriaux. Pendant bien longtemps, il n'avait eu que des lunettes d'ordre secondaire, placées sous les petites coupoles qui se trouvent sur le côté nord du grand bâtiment, et, lorsque Arago fit installer un instrument comparable à ceux de Greenvich et de Poulkova, au-dessus de la tour de l'est, une cristallisation de la matière formant son objectif le rendit bientôt inutilisable.

Le Verrier, à peine installé à l'Observatoire, s'occupa de faire transformer le matériel insuffisant qu'il avait à sa disposition, en attendant de pouvoir y ajouter des instruments vraiment modernes. En particulier, dès le mois de mai 1854, il fit monter parallactiquement un objectif de neuf pouces d'ouverture. Le nouvel équatorial fut installé dans le jardin, sous la coupole qui abrite maintenant un instrument photographique. Par malheur, l'objectif avait été taillé dans un verre si grossier qu'il n'équivalait pas à un bon objectif de six à sept pouces et ne pouvait permettre aucune observation demandant de la netteté dans les images. — Il va sans dire que cet objectif fut remplacé aussitôt qu'on en eut la possibilité. — Dès le 28 octobre 1854, la petite planète Polymnie, qui est la trente-troisième dans l'ordre des découvertes, fut trouvée par Chacornac dans la constellation du Bélier. — Elle était le premier fruit d'une installation qui n'avait coûté que quelques milliers de francs.

De nombreux observateurs se consacrèrent à la recherche de ces petits astres, qu'on avait grande chance de trouver pourvu qu'on fût doué d'une bonne vue, qu'on disposât d'un bon instrument et qu'on eût de la persévérance. Aussi, à la fin de 1890 en connaissait-on 298. L'année la plus fructueuse, 1879, en avait donné 20 à elle seule.

Et il est juste de nommer quelques-uns des observateurs dont l'assiduité avait été le mieux récompensée :

MM. Luther et Peters en ont trouvé chacun 20 ; Wattson, 15 ; Goldschmidt, 14 ; Hind, 10 ; de Gasparis, 9 ; Pogson, 7 ; Chacornac, 6 ; Tempel, 5.

Nous devons une mention spéciale aux frères Henry.

Paul Henry (1848-1905) et son frère Prosper (1849-1903) étaient nés à Nancy. Leurs études n'avaient pas été poussées bien loin, et ils s'étaient préparés à devenir des ouvriers opticiens (1). L'aîné entra, comme petit employé, à l'Observatoire en 1864, et son frère l'y rejoignit l'année suivante.

Ils surent se faire aimer de tout le monde dans ce grand établissement scientifique, et les astronomes se firent un vrai plaisir de les aider à réparer l'insuffisance de leurs études premières. C'est ainsi que M. Rayet, qui devait être le premier directeur de l'Observatoire de Bordeaux, leur enseigna l'algèbre.

Ils profitèrent de cet enseignement bénévole, et devinrent à la fois des observateurs très habiles et des calculateurs très sûrs. — A eux deux ils découvrirent quatorze petites plantètes.

Ils firent ces découvertes en continuant l'*Atlas écliptique* commencé par Chacornac, qui était mort en 1873. Mais bientôt, ils arrivèrent à des régions de la voie lactée où les étoiles étaient si nombreuses, si serrées les unes contre les autres, qu'il était absolument impossible de les relever une par une. — Les Henry se souvinrent alors qu'ils étaient opticiens, et ils parvinrent, dans leur petit atelier de Neuilly, à construire de grands objectifs photographiques. Ce fut l'origine de l'entreprise internationale de la Carte du Ciel, qui est un événement scientifique de premier ordre.

Et cette entreprise, dont on attend des fruits sans nombre, en a déjà donné ; en voici un qui rentre dans notre sujet :

Les frères Henry avaient prévu que si une planète se trouvait dans la région photographiée, le procédé consistant à maintenir les étoiles dans une position fixe par rapport aux fils de l'instrument, afin que leurs images se fissent en un même point de la plaque, la planète, elle, en vertu de son mouvement propre, tracerait sur la plaque une petite ligne droite facile à reconnaître au moyen d'une loupe. De ce côté, il était donc permis de concevoir de grandes exrances.

Elles se réalisèrent. Le 22 décembre 1891, M. Wolf, directeur de l'Observatoire de Heidelberg, découvrit par cette voie la 323e petite planète. On lui a donné le nom de Brucia.

Et depuis, ces découvertes se sont tellement multipliées, que d'après le *Journal des observateurs*, on compte à présent 1.026 astéroïdes

(1) Citons une exception; un peintre d'origine allemande, Hermann Goldsmidt, né à Francfort-sur-le-Mein, le 17 juin 1802, vint s'établir à Paris en 1836. Après s'être occupé de ses tableaux pendant le jour, il observait le ciel, la nuit venue, par les fenêtres de son atelier, qui se trouvait rue de l'Ancienne-Comédie. Son zèle fut récompensé par la découverte de la planète Lutetia qu'il fit le 15 novembre 1852. C'est Arago, que le peintre astronome chargea de présenter le nouvel astre au monde savant, et Le Verrier, dit-on, en éprouva quelque déplaisir. Goldschmidt, qui devait découvrir encore treize autres planètes, mourut à Fontainebleau le 30 août 1866.

(1) L'Institut d'Optique ne peut proposer à ses élèves de meilleurs modèles que les frères Henry. Il se doit à lui-même de posséder leurs bustes, qui méritent une place d'honneur.

circulant entre Mars et Jupiter et ce chiffre ne sera sans doute plus exact quand ces lignes paraîtront.

La millième petite planète a été dénommée Piazzi, ce qui aurait fait plaisir à Lalande s'il avait pu le prévoir ; on sait que Piazzi avait été, peut-être sans s'en douter, le parrain d'un enfant qui devait devenir un astronome distingué et diriger l'Observatoire d'Edimbourg. Un marin anglais, le capitaine Smyth, fort remarquable par la variété de ses aptitudes (1), car, en plus de ses mérites professionnels, il fut à la fois un archéologue éminent et un astronome très zélé, ayant eu un fils, il lui donna le prénom, assurément peu usité, de Piazzi.

Parmi les astronomes qui se sont distingués récemment par la découverte de nombreux astéroïdes, nous nous bornerons à nommer Charlois, dont la fin tragique (2), arrivée le 26 mars 1910, a jadis vivement impressionné ceux qui le connaissaient. A l'Observatoire de Nice, il en a découvert 101 ! Nous ne croyons pas que ce chiffre ait été dépassé.

Mais ce n'est pas tout que de découvrir ces petits astres, il faut en calculer les orbites, en sorte qu'on puisse les retrouver, savoir toujours où ils sont, et ne pas risquer de croire découvrir ce qui est déjà connu.

M. Fœrster, directeur de l'Observatoire de Berlin, a fondé, en 1874, le « Rechen-Institut » qui, en plus des calculs nécessaires à la composition du *Berliner-Astronomisches-Jahrbuch*, recueil analogue à notre *Connaissance des Temps*, s'occupe spécialement de la détermination des orbites des planètes et des comètes. — Cet institut, devenu indépendant en 1897, a maintenant pour directeur M. F. Cohn.

Parmi ceux qui y ont travaillé, il faut nommer Adolf Berberich (1861-1920). Il le mérite d'autant plus que sa carrière fut particulièrement difficile. Une myopie excessive lui ayant rendu impossibles les observations astronomiques, il se consacra exclusivement aux calculs, et par son habileté à les faire, non moins que par sa promptitude, il rendit des services incomparables. — Il était, dans le monde astronomique, la grande autorité en matière de petites planètes : « On s'étonnait toujours de nouveau, nous dit son biographe, en voyant à quel degré il possédait dans sa tête tous les matériaux relatifs à ces objets, dont le nombre s'élève aujourd'hui à 1.000, quel regard pénétrant et quelle ingéniosité il montrait pour découvrir les identités, pour débrouiller les rapports rendus confus entre maints objets, grâce à des identifications fautives. Une mémoire extraordinaire lui facilitait ce travail.... Si la poste du matin lui apportait le vœu de la détermination de l'orbite d'une planète nouvellement découverte, afin qu'on pût la suivre désormais, on pouvait être assuré d'avoir à midi ses éléments, accompagnés d'une éphéméride... »

Les petites planètes méritent de ne pas être traitées seulement au point de vue individuel si on peut s'exprimer ainsi. Leur ensemble forme un anneau analogue à celui qui tourne autour de Saturne, et on conçoit que cet ensemble suggère nombre de problèmes à résoudre.

Et d'abord, on a cherché à se faire une idée de la distribution de ces petits astéroïdes. — Nous venons d'indiquer l'analogie de leur ensemble avec l'anneau de Saturne, mais ceci demande à être examiné de plus près.

Et, d'abord, l'anneau de Saturne lui-même n'est pas, comme on a pu le croire jadis, un corps rigide. Il est formé d'une infinité de corpuscules dont chacun suit son orbite particulière ; de plus, il y a, non pas un, mais plusieurs anneaux concentriques. Cela est connu depuis longtemps, comme l'indique le nom de la *division de Cassini*, qui se distingue dans des instruments de grandeur médiocre.

Plusieurs savants ont donc tenté de se rendre compte de la distribution des petites planètes dans l'espace. Tel fut le cas de M. de Freycinet, qui, entre deux ministères, revenait volontiers aux études de sa jeunesse. Voici les conclusions d'un mémoire qu'il soumit à l'Académie des Sciences, le 30 avril 1900 :

« Conformément aux idées de Laplace, les planètes télescopiques paraissent s'être formées successivement dans plusieurs couches sphériques concentriques au Soleil. Dans chacun de ces anneaux, la matière cosmique a été animée, à l'origine d'un mouvement de rotation commun, variable d'un anneau à l'autre, et a donné naissance, après la rupture, à plusieurs masses distinctes.

« Des considérations théoriques basées sur ces prémisses nous ont, en effet, conduit aux conclusions analytiques suivantes, qui sont en accord avec les faits observés.

« 1° Si on divise les planètes en trois groupes, d'après leur inclinaison (sur le plan de l'équateur solaire), la distance moyenne au Soleil des planètes de ces divers groupes est sensiblement constante.

« 2° L'excentricité moyenne des orbites augmente d'un groupe à l'autre avec l'inclinaison; l'écart entre les deux groupes extrêmes n'est pas inférieur à 52 %.

« 3° Si l'on forme deux zones à l'aide d'une sphère d'un rayon égal à la moyenne distance de toutes les planètes au Soleil, l'excentricité moyenne des planètes de la première zone, ou planètes intérieures, surpasse de 20 % l'excentricité des planètes extérieures. »

(1) Bornons-nous à mentionner ses travaux sur les étoiles doubles et son magistral ouvrage sur la Méditerranée, qui n'a malheureusement pas été traduit en français.

(2) Il fut assassiné par un de ses proches parents, avec lequel il était en désaccord à propos de questions d'intérêt.

« J'ai cru pouvoir fixer le nombre des anneaux à cinq (pour la région occupée par 421 astéroïdes), et leur épaisseur moyenne aux 29/100 du rayon de l'orbite terrestre. »

Aujourd'hui, les astéroïdes connus sont plus de deux fois plus nombreux qu'en 1900 ; il serait intéressant de reprendre le travail de M. de Freycinet et de voir si on doit conserver ses conclusions.

Quoi qu'il en doive être, nous ne pouvons oublier de mentionner qu'en 1898 a été découverte la petite planète Eros, qui approche de la Terre plus qu'aucun autre astre, la Lune exceptée. L'étude de ce petit corps céleste a, dès son opposition de 1900-1901, montré que la parallaxe du Soleil devait être légèrement augmentée. L'opposition de 1931 sera non moins favorable et rendra possible une précieuse vérification (1).

(1) Les petites planètes se désignent par le numéro indiquant l'ordre de leur découverte, inscrit dans un petit rond. Ainsi 384 désigne *Burdigala*, découverte à l'Observatoire de Bordeaux, le 11 février 1894.

Quand une planète est nouvellement découverte, on la désigne par une combinaison de deux lettres, AA, AB, AZ, BA, BB, etc., quand on est arrivé à ZZ on recommence. Ce n'est que plus tard, quand les observations ont été poursuivies assez longtemps pour permettre le calcul d'une orbite certaine, qu'on donne un nom et un numéro définitif à la planète aussi, les numéros ne se suivent-ils pas exactement dans l'ordre des découvertes.

LES GLACIERS POLAIRES [1]

par J. ROUCH

Les terres polaires, très montagneuses pour la plupart, sont, surtout dans l'Antarctique, recouvertes de glaciers qui sont les plus puissants de la terre. Leur étude permet de se faire une idée précise de ce que devaient être les formations glaciaires qui, au cours des âges géologiques, recouvraient une grande partie de la planète.

Limite des neiges perpétuelles. — On appelle *zone des neiges perpétuelles* le lieu des points où l'apport des neiges est supérieur ou égal à la quantité disparue, soit par fusion ou évaporation, soit par transformation en glace.

Dans les régions arctiques, même sous des latitudes élevées, le soleil d'été fait disparaître des quantités considérables de neige et met à nu de grands espaces de terrains. Aussi, à l'exception des creux abrités contre le soleil, où la neige peut s'accumuler d'une année à l'autre, la limite des neiges ne s'abaisse pas jusqu'au niveau de la mer. Au Groenland, la limite des neiges persistantes ne descend pas au-dessous de 800 mètres d'altitude. Les glaciers qui descendent plus bas, souvent jusqu'à la mer, sont, au dessous de cette altitude, formés de neige compacte ou de glace, Au Spitzberg, la limite des neiges perpétuelles est de l'ordre de 600 mètres. A la Nouvelle-Zemble et dans la Sibérie septentrionale, la neige disparaît chaque année, sauf dans quelques gorges et sur les plus hauts sommets.

Dans l'Antarctique, le nombre d'heures pendant lesquelles le thermomètre monte au-dessus de 0° est très faible. Il n'y a pas d'été véritable, et dès la latitude des Shetlands du Sud, c'est-à-dire, dès le 62e parallèle, les étendues couvertes de neige atteignent partout, en toutes saisons, le niveau de la mer.

Formes diverses des glaciers polaires. — On peut diviser les formations glaciaires des régions polaires en plusieurs types :

1° Les *calottes glaciaires*, constituées par des masses de glace qui ensevelissent entièrement toute la région et ne laissent pointer que quelques pics rocheux, appelés *nunataks*. Lorsque ces calottes glaciaires prennent une grande extension, on les appelle des *inlandsis*.

2° Les *glaciers proprement dits*, qui ne sont souvent que les déversoirs des calottes glaciaires.

3° Les *piedmont-glaciers*, sortes de terrasses de glace établies au bord de la mer, au pied des montagnes.

4° Les *barrières de glace* (shelfice), amas de glace soudés au rivage, transition entre les glaces terrestres et les glaces marines.

Les calottes glaciaires ou inlandsis. — Les inlandsis les plus caractéristiques sont celui qui recouvre tout l'intérieur du Groenland, sur une superficie de deux millions de kilomètres carrés, et celui qui recouvre la plus grande partie

(1) Cet article est tiré en partie des *Régions Polaires*, ouvrage qui vient de paraître dans la *Nouvelle Collection Scientifique*, dirigée par Emile Borel (Alcan, éditeur).

du continent antarctique, sur une superficie qui ne doit pas être inférieure à 10 millions de kilomètres carrés.

L'inlandsis du Groenland commence à être bien connu, car il a été traversé plusieurs fois par Nansen en 1888, par Peary en 1893-1896, par Rasmussen en 1912, par de Quervain en 1912, par Koch en 1913. Quant à celui de l'antarctique, il est surtout connu entre la Barrière de Ross et le Pôle Sud, où l'ont successivement parcouru Scott, Shackleton, Amundsen ; à l'ouest de la Terre Victoria et dans le voisinage de la Terre Adélie, il a été exploré sur de plus faibles étendues par Scott, par David, de l'expédition Shackleton de 1909, et par Mawson en 1913.

Pour qu'un inlandsis puisse s'établir sur un continent, il faut qu'une chaîne de montagnes s'élève, au moins sur une grande partie du pourtour, assez haut pour permettre à la glace de s'accumuler, comme en un vaste cirque, et d'ensevelir tout le relief intérieur. Dès que, en venant de la mer, ce rempart de pourtour est franchi, le glacier ne présente plus qu'une surface unie et polie, semblable, dit Nansen, à un immense océan congelé, déroulant à l'infini ses ondulations régulières. Les nunataks jaillissent au-dessus de la glace, auprès de la bordure montagneuse, comme des îles au-dessus de la mer.

Sur les parties du pourtour où le rebord montagneux n'existe pas, ou est assez bas, l'inlandsis atteint la mer sans interruption. C'est ce qui se passe, par exemple, au voisinage de la Terre Guillaume II, dans l'Antarctique : une immense masse de glace unie monte insensiblement vers le sud, sans limite, ni au sud, ni à l'est, ni à l'ouest ; elle se termine à la mer par une falaise de 40 à 50 mètres de hauteur ; seul un piton rocheux de 370 mètres de hauteur, le Gaussberg, isolé auprès de la côte, perce l'inlandsis.

Au Groenland, en été, la surface de l'inlandsis, surtout auprès de sa bordure, est, par endroits, persillée d'innombrables trous, de dimensions diverses, emplis au fond d'une couche légère de poussière grise, à laquelle Nordenskjold a donné le nom de *cryokonite* (poussière de glaces) et qui aurait, d'après lui, une origine cosmique. Des recherches récentes ont montré que l'origine cosmique de ces particules minérales est insoutenable : il s'agit simplement de poussières arrachées aux roches archéennes du Groenland et charriées par les vents.

Fig. 77. — Banquise

L'épaisseur de ces inlandsis, tant du Groenland que de l'Antarctique, est évidemment inconnue. On l'estime à un millier de mètres au moins (1). Quant à leur mouvement, il y a toute raison de croire qu'il est fort lent. D'après M. de Quervain, l'inlandsis du Groenland a une vitesse qui ne dépasse pas 6 centimètres par jour.

Des formations glaciaires analogues peuvent se localiser sur des territoires restreints, un plateau, une série de mamelons, un ensemble de collines ; c'est la *calotte locale*. Il en existe des exemples au Spitzberg. Dans l'Antarctique, les calotes de glace sont nombreuses dans les montagnes de la Terre de Graham et de la Terre Victoria, où elles affectent la forme de

(1) On a pensé à utiliser la réflexion des ondes sonores, ou des ultra-sons, pour mesurer l'épaisseur des glaciers, mais aucun résultat n'a été encore obtenu.

coupoles. On peut même dire que c'est une formation très généralisée, qui prend simplement plus ou moins d'extension, suivant la structure du terrain sous-jacent. D'autre part, de nombreux îlots bas, qui bordent le littoral, sont complètement ensevelis sous une masse de glace bombée au centre et terminée sur le pourtour par un à-pic de quelques mètres. Le socle rocheux qui les porte n'est visible qu'à marée basse, sous forme d'un liseré sombre au-dessous de la glace. Les explorateurs ont comparé ces îles en calotte à des dos de mouton, ou à des macarons. Ce sont de véritables inlandsis en miniature.

Les glaciers proprement dits. — Qu'ils proviennent d'un inlandsis, ou qu'ils servent de déversoir à un bassin d'alimentation plus restreint, des glaciers analogues à ceux de nos régions alpines se rencontrent fréquemment dans les régions polaires. Leur étude approfondie révèle cependant quelques différences avec les glaciers alpins. Ces derniers, en effet, sont constitués par deux portions distinctes : le névé, formé de neige plus ou moins tassée, et le glacier proprement dit, qui ne contient que de la glace compacte. Le glacier polaire est généralement tronqué, surtout dans l'Antarctique, et n'est plus qu'un immense névé. Si l'on veut se représenter un glacier polaire, c'est dans les hautes altitudes de nos régions, dans la zone des neiges perpétuelles, qu'il faut prendre les points de comparaison. La glace compacte ne se trouve qu'à une profondeur assez grande, et ne se montre à nu que sur la tranche du glacier et sur quelques pentes extrêmement raides.

A l'inverse du glacier alpin, dont la surface est bombée, le glacier polaire se raccorde aux parois rocheuses par une courbe concave vers le haut (1). L'été cependant, le rayonnement du rocher arrive parfois à fondre la neige à son voisinage, et un petit ravin se forme entre les parois des montagnes et les glaciers.

D'une façon générale, les crevasses sont moins fréquentes que dans les Alpes, sauf dans les régions accidentées ; alors la plasticité de la glace n'est pas suffisante pour s'adapter aux fortes pentes, la masse se fracture, se précipite en une véritable cascade de blocs qui s'entassent, s'érigent en marches gigantesques, dominées par de magnifiques séracs.

Les moraines superficielles sont presque inconnues sur les glaciers polaires. Les matériaux détachés des montagnes sont en effet rapidement recouverts par la neige, ou s'enfoncent dans le névé ; enfouis dans la masse qui se transforme peu à peu en glace, ils cheminent avec elle et ne reparaissent qu'à l'extrémité du glacier. On ne trouve que très accidentellement dans les régions polaires des parties de glacier recouvertes de débris qui cachent presque complètement la glace, comme on en rencontre fréquemment dans les Alpes.

Les poussières minérales, portées par le vent, se répandent à la surface du névé ; elles y forment des lits qui soulignent quelquefois très nettement les stratifications de la glace.

Les moraines frontales, constituées par les matériaux de la moraine de fond et par les boues glaciaires produites par le rabotage du lit du glacier sont dans l'Antarctique, généralement cachées, sous les eaux puisque, le plus souvent, le glacier descend jusqu'à la mer. Dans l'Arctique, plusieurs glaciers s'arrêtent avant d'atteindre le rivage et les moraines frontales forment d'importants talus de matériaux. M. Mercanton décrit dans les termes suivants une moraine frontale d'un affluent de l'inlandsis du Groenland, à 500 mètres d'altitude : « Une crête morainique continue était faite de matériaux allant du grain de sable au bloc d'un mètre cube et plus. Elle ne différait en rien des frontales des glaciers alpins. Sa largeur n'excédait pas une dizaine de mètres au maximum. »

Au Groenland, c'est surtout à l'ouest que les glaciers atteignent la plus grande puissance. Le glacier de Humboldt (détroit de Smith), qui s'étend sur un front de plus de 110 kilomètres, se termine par une falaise de 90 mètres. Les glaciers groenlandais ont souvent des progressions très rapides, malgré une pente faible. Le glacier de Jakobshavn, dont la pente de surface n'est que d'un demi-degré, chemine en juillet de plus de 19 mètres par jour dans le voisinage de son milieu. Au sud d'Upernivik, on a relevé une progression de 31 mètres par 24 heures. Sur le glacier de Torsukatak, l'avancement est de 10 mètres. Cette rapidité est attribuable à l'énorme pression qu'exerce la masse de l'inlandsis (1).

Au Spitzberg, il existe des glaciers de 20 kilomètres de front, et dont la falaise terminale s'élève à 50 mètres de hauteur et parfois davantage. Le glacier de Horn Sound présente une falaise de plus de 100 mètres de hauteur par endroits.

Dans l'archipel François-Joseph, le phénomène glaciaire acquiert une ampleur plus grande encore. Le glacier Dove s'étale sur un

(1) Le névé aussi dans les Alpes a une forme concave, car il recueille, outre la neige tombée à sa surface, celle que les avalanches précipitent sur les pentes trop raides, et son alimentation est, par suite, plus abondante sur les bords.

(1) Voici, à titre de comparaison, quelques vitesses des glaciers des Alpes : maximum moyen 50 mètres par an à l'Hintereis ; maxima les plus élevées, 97 mètres par an au glacier du Rhône ; 176 mètres à la Mer du Glace.

front de 60 kilomètres, et la hauteur des falaises de glace, qui bordent les côtes, varie de 30 à 60 mètres.

Dans l'archipel polaire américain, les Terres de Grant et de Baffin possèdent quelques glaciers généralement peu développés.

Les autres terres arctiques ne sont pas assez montagneuses pour avoir des glaciers importants.

Les glaciers antarctiques prennent naissance soit au pied de l'inlandsis ou des calottes locales, soit dans des cirques montagneux. Les masses de glace accumulées s'écoulent sur les parois convergentes de ces bassins d'alimentation pour former, dans le fond des vallées, de gros fleuves glacés qui descendent en pente rapide vers la mer, et qui, justement à cause de

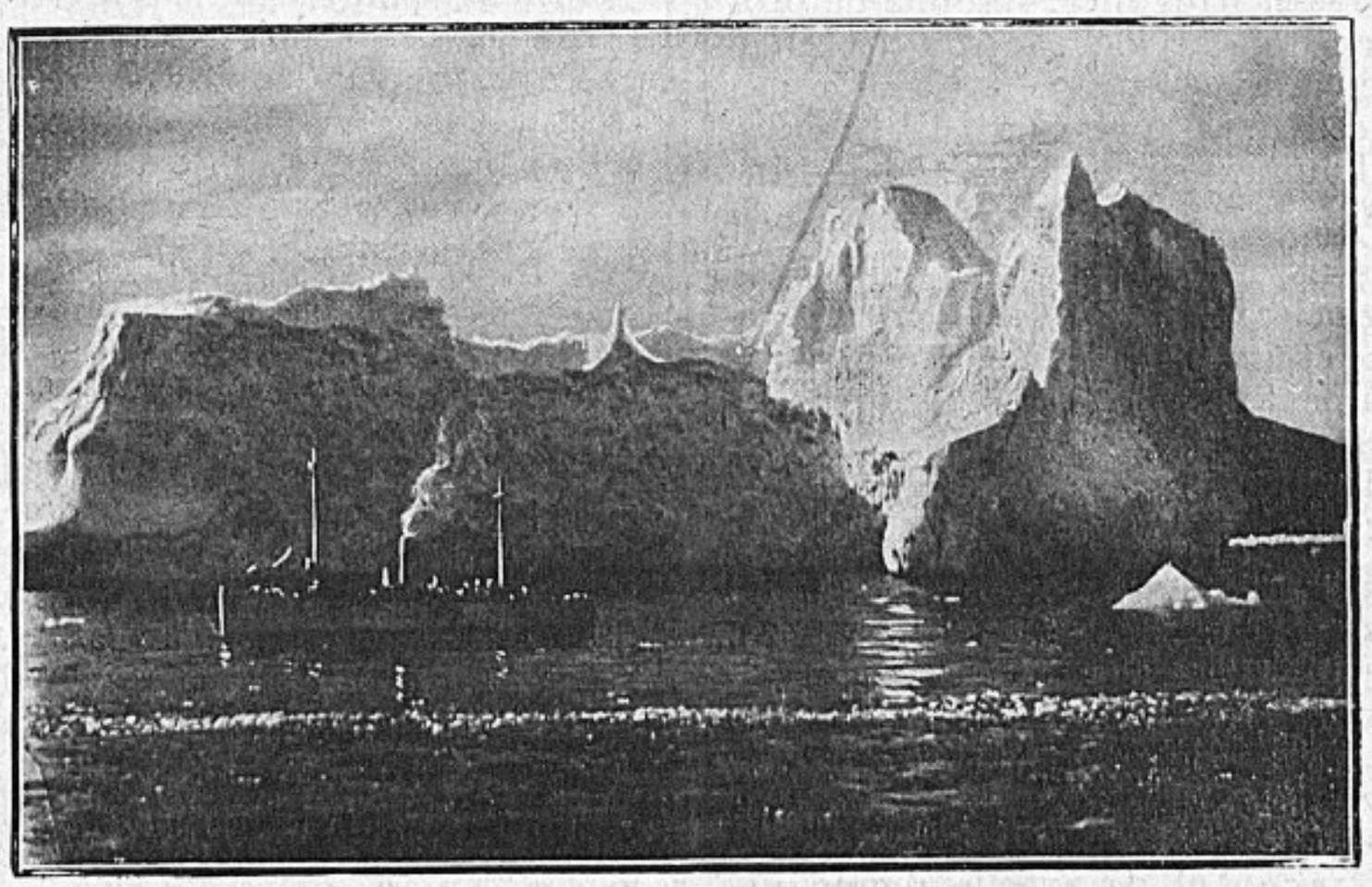


Fig. 78. — Barrière de glace

la pente, ont souvent des longueurs assez faibles. Sur la Terre Victoria, leur longueur varie de 10 à 100 kilomètres, et leur largeur de 5 à 15 kilomètres. Par contre, le glacier Beardmore, par lequel Scott et Shackleton ont fait l'escalade de l'inlandsis du pôle, est le plus grand glacier de vallée connu : il a une longueur de 200 kilomètres, et une largeur variant de 25 à 55 kilomètres. Sa pente n'est d'ailleurs que de 2/3 de degré, beaucoup plus faible que la pente des autres glaciers antarctiques connus. (A titre de comparaison, le glacier d'Aletsch, dans les Alpes, à 27 kilomètres de longueur ; la mer de glace 14 kilomètres. Les plus longs glaciers de l'Himalaya ont 50 kilomètres.)

Les glaciers antarctiques, même quand leur pente est très rapide, ne paraissent pas avoir un mouvement dépassant 1 mètre par jour. Très fréquemment, cette vitesse est très inférieure, à peine de l'ordre de quelques centimètres.

Piedmont-glaciers. — Lorsqu'une plaine s'étend au pied des montagnes, les glaciers se répandent sur elle, noient tous les accidents de relief et forment des nappes uniformes de vaste étendue, descendant en pente douce vers la mer et terminée, au rivage, par une falaise de glace. Les formations de ce genre recouvrent souvent de très vastes territoires : tel est le cas de la Terre Adélaïde et de la Terre Alexandre, dans l'Antarctide américaine.

Souvent même, lorsque les parois des montagnes sont trop abruptes pour y être recouvertes de glace, à leur pied, sur la petite plate-forme côtière, il se forme des petits glaciers, en terrasse au bord de la mer. Ce sont les *piedmont-glaciers*. Ils réunissent souvent entre eux les glaciers de vallée par une banquette de glace continue le long du rivage. Les *piedmont-glaciers* sont donc des glaciers tout en largeur ; leur longueur, considérée suivant le sens de l'écoulement, est toujours faible ; elle mesure la distance qui sépare la montagne de la mer. Ils sont nourris seulement par les précipitations atmosphériques et par quelques avalanches tombées des crêtes.

Ces formations glaciaires sont les plus caractéristiques des régions polaires antarctiques (1). On conçoit en effet que, pour qu'une telle épaisseur de glace puisse s'accumuler sur place, puisqu'il n'y a pas de bassin d'alimentation, il faut que l'ablation superficielle soit excessivement faible, c'est-à-dire que le thermomètre monte rarement au-dessus de zéro, ce qui est bien le propre du climat antarctique.

(1) Les piedmont-glaciers ne sont pas cependant inconnus dans l'hémisphère nord; c'est même le glacier de Malaspina (Alaska) qui a été d'abord pris pour type de piedmont-glaciers.

Par suite du développement de ces piedmont-glaciers, toute la côte antarctique, aussi bien d'ailleurs dans les endroits où l'inlandsis arrive directement au rivage, comme aux environs de la Terre Guillaume II, que dans ceux où s'observent les barrières de glace dont nous parlerons plus loin, toute la côte est longée par une interminable terrasse de glace, interrompue seulement quand la paroi rocheuse trop abrupte plonge directement dans la mer. Cette muraille de glace, dont la hauteur ordinaire est de 20 à 30 mètres, mais qui, par endroits, peut atteindre 100 mètres, est parfois d'une régularité merveilleuse. Le rebord supérieur de la muraille est orné souvent d'une grande corniche de neige, sorte de volute soutenue dans le vide par la cohésion de la matière. D'autres fois le front est fissuré ,crevassé, irrégulier, sillonné de profondes anfractuosités. Le pied, lorsqu'il plonge dans la mer, se creuse de cavernes. Mais l'allure générale reste celle d'un mur vertical inabordable, qui défend aux explorateurs l'accès de l'intérieur du pays.

Glaciers suspendus. — On appelle ainsi des fragments de glacier accrochés aux pentes, s'arrêtant à mi-côte et tombant de là en avalanches. Ils se maintiennent dans l'anfractuosité de la montagne, « comme le ferait une goutte très visqueuse », dit M. Gourdon. Ces glaciers suspendus constituent un caractère assez particulier du paysage antarctique.

Langues de glace (Ice tongues). — Quand un glacier rapide atteint le rivage par une pente faible, dans une région où la mer est abritée, il se prolonge ordinairement au large par une langue de glace, qui flotte sur l'eau. Les langues de glace sont spéciales à l'Antarctique, ou du moins elles prennent dans cette région un grand développement. De nombreux exemples en ont été observés au voisinage de la Terre Victoria. Auprès de la Terre Mary, le Shackleton Tongue a une largeur à sa base d'une centaine de milles et se projette vers le large à une distance de 200 milles. Le glacier Mertz, de la Terre Adélie, projette une langue de glace de 60 milles de longueur. Beaucoup d'autres phénomènes du même genre, de moindre importance, ont été signalés.

La forme de ces langues de glace varie d'une année à l'autre, et il suffit parfois d'une tempête pour en sectionner une partie considérable.

Le mouvement de quelques-unes d'entre elles a pu être mesuré et est de l'ordre d'un mètre par jour.

Barrières de glace. — Dans quelques parties de l'Antarctique il existe des glaciers plats, parfaitement horizontaux, souvent très vastes, se terminant dans la mer par des falaises verticales, loin de la ligne de rivage réelle, qu'ils masquent complètement. Ces glaciers spéciaux, qu'on appelle des *barrières de glace* ou *shelf-ice*, flottent sur une grande partie de leur surface. L'exemple principal est la fameuse grande Barrière de Ross, qui couvre une superficie supérieure à celle de la France entre la Terre Victoria et la Terre Edouard VII, sur une largeur de plus de 950 kilomètres et sur une longueur de 900 kilomètres (la distance de Paris à Marseille). En dehors d'une zone crevassée qui longe la terre sur une largeur de 15 à 20 kilomètres, la surface de la Grande Barrière est remarquablement horizontale et régulière et l'on n'aperçoit ni mamelons, ni crevasses. Sa falaise a une hauteur variant de 2 mètres à 50 mètres. Auprès de la Terre Edouard VII et de la Terre Victoria, cette barrière repose en plusieurs points sur le sol. Mais au milieu, les sondages exécutés près de la falaise ont accusé des profondeurs variant de 500 à 800 mètres. La Barrière de Ross flotte donc sur une étendue très grande, et d'ailleurs, ainsi qu'on l'a observé avec exactitude, elle suit le mouvement de la marée.

Le mouvement de progression vers le nord, mesuré par le déplacement des dépôts laissés par les expéditions successives, est de 450 mètres par an, sous la pression des glaciers qui descendent de l'inlandsis. La neige tombée à l'intérieur du continent met donc neuf cents ans pour atteindre la mer sous forme d'icebergs tabulaires. Mais la Barrière n'est pas alimentée seulement par les glaciers effluents de l'inlandsis; elle l'est aussi par la neige qui s'accumule à sa surface, formant une couche annuelle de 40 centimètres environ.

La falaise terminale varie d'année en année suivant le vêlage des icebergs. D'autre part, la Barrière de Ross est actuellement en période de décroissance : de 1841 à 1902, elle a reculé vers le sud de 25 milles, et elle a dû s'étendre autrefois beaucoup plus loin vers le nord qu'aujourd'hui.

Des formations analogues ont été reconnues auprès de la Terre Guillaume II, dans la partie orientale de la Terre de Graham, ainsi qu'au sud de la mer de Weddel, auprès de la Terre Luitpold (Barrière Guillaume II). Ces barrières sont animées d'un mouvement beaucoup moins rapide que la Barrière de Ross. Drygalski, sur les rivages de la Terre Guillaume II, a observé des formations glaciaires qui permettent d'expliquer sans doute comment prennent naissance ces barrières de glace. Sur les hauts-fonds, les icebergs d'un grand tirant d'eau s'échouent, et, autour d'eux, s'accumulent d'autres icebergs flottants, ainsi que les blocs provenant de la glace de mer. Il se forme ainsi un amalgame de glace de terre et de glace de mer, qui flotte, mais qui est retenu sur le fond par quelques points d'appui. « Tel un im-

mense radeau, composé de madriers de calibres différents, qui serait arrêté par suite de l'échouage de ses matériaux les plus épais, sur des aspérités du sol immergé. » La neige qui tombe à la surface augmente peu à peu l'épaisseur et la cohésion de l'ensemble.

Comme les ice-tongues, les barrières de glace sont spéciales à l'Antarctique. On observe cependant, sur la côte nord du Groenland, des petits glaciers plats, qui ont sans doute une ressemblance assez grande avec les barrières antarctiques. On peut donner à cette différence entre les formations glaciaires arctiques et antarctiques plusieurs raisons : les températures relativement élevées de l'été arctique font fondre plus rapidement la glace et activent le vêlage; d'autre part, les glaces antarctiques sont, comme nous l'avons dit, à l'état de névé, et leur plasticité est beaucoup plus grande que celle des glaces compactes et plus friables des parties des glaciers arctiques qui arrivent à la mer.

Pendant la période quaternaire, il est probable que des barrières de glace, analogues aux barrières antarctiques actuelles, devaient s'observer en maints endroits de l'Europe et de l'Amérique.

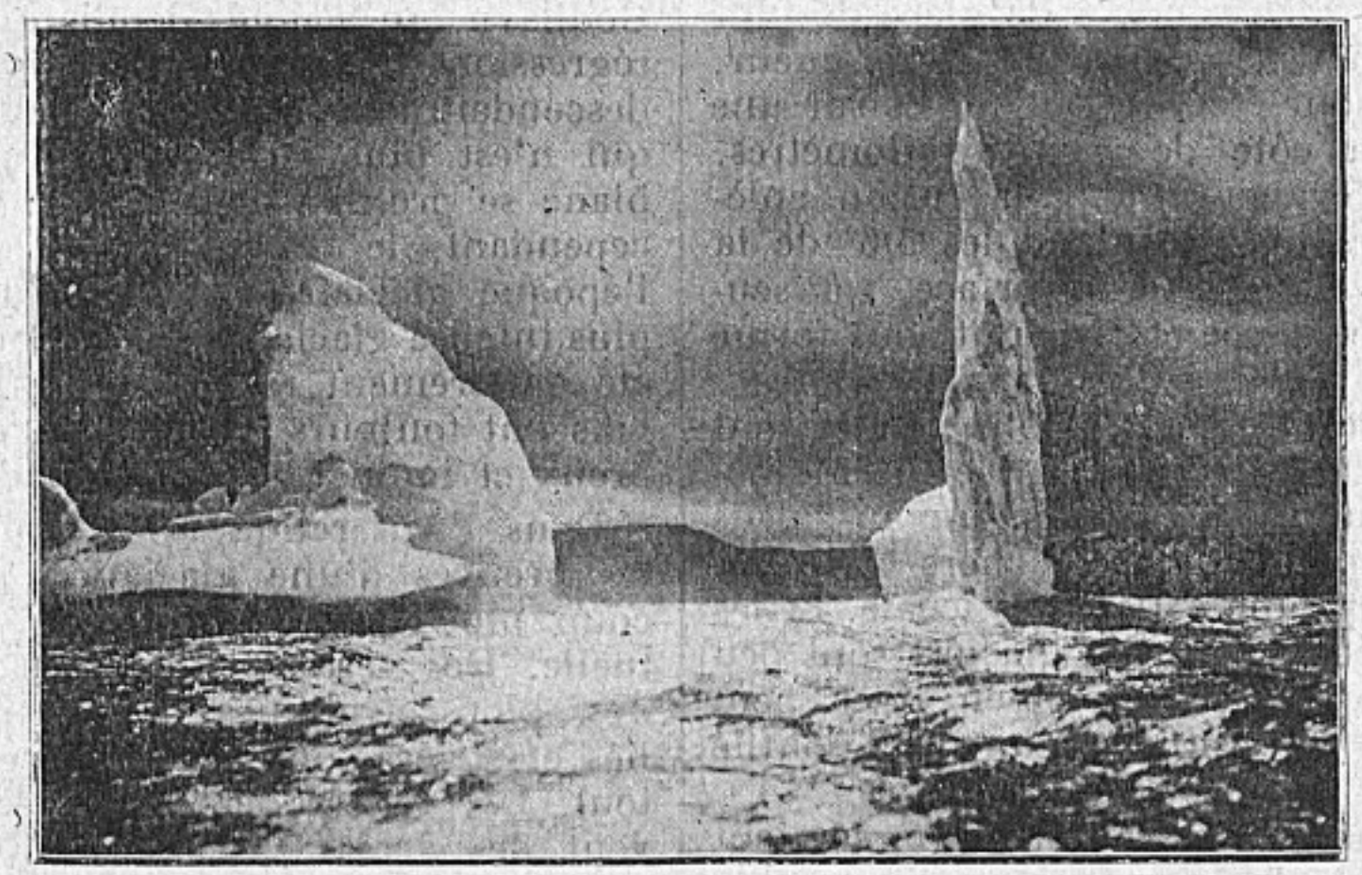


Fig. 79. — Champ de glace et sommets d'icebergs

ALIMENTATION ET ABLATION DES GLACIERS POLAIRES. — Les précipitations sont généralement très faibles dans les régions polaires. Sauf à l'extrémité méridionale du Groenland, un total annuel de plus de 30 centimètres est anormal. On observe généralement moins de 20 centimètres. Et encore toute la neige tombée sur une région n'est pas destinée à constituer le glacier. Les flocons de neige, surtout pendant l'hiver, s'agglutinent mal entre eux. Ils forment une poussière de fins cristaux que les vents chassent devant eux et accumulent en longues ondulations dépassant une hauteur d'un mètre et que les explorateurs appellent des *sastrugi*. Les tempêtes soulèvent ce poudrin en épais tourbillons et l'emportent vers l'Océan. Parfois, il est vrai, les vents accumulent la neige dans les vallées ou les cirques plus abrités, qui sont, grâce à eux, des réservoirs d'alimentation mieux alimentés que s'ils n'avaient d'autre source d'alimentation que la neige tombée sur place. Mais, en définitive, les vents violents enlèvent la plus grande partie de la neige tombée. Tel est certainement le cas de l'Antarctique.

Une source d'alimentation, qui n'est peut-être pas négligeable, est la condensation directe de l'humidité à la surface d'un glacier par grands froids, sous forme de gelée blanche ou de givre.

Cette alimentation, en somme faible, au total, suffit cependant à entretenir les puissants appareils glaciaires des régions polaires, car l'ablation est, elle aussi, très faible.

Dans les régions arctiques, il ne faudrait pas croire qu'elle soit négligeable. L'été arctique, avec ses températures au-dessus de zéro, et ses longues journées ensoleillées, a une puissante action de fusion sur la glace. Les poussières minérales, que les vents ont transportées à la surface, absorbent les rayons solaires et activent la fusion. Nansen, dans sa traversée du Groenland, a observé, par un jour sans nuit, une fusion de la neige atteignant une épaisseur de 15 centimètres. Après quelques heures de soleil, la surface du névé apparaît sale, criblée de ces poussières qui, sur les croupes, tracent souvent comme des lignes de niveau. Les rochers, qui émergent des glaciers sous forme

de nunataks, déterminent, par rayonnement, la fusion de la neige environnante. Les pluies d'été ont aussi un pouvoir d'ablation considérable. Des lacs, entourés d'une zone de neige molle imbibée d'eau, se forment sur les bords des glaciers. L'explorateur suisse de Quervain a rencontré, au mois de juin, des lacs jusqu'à 107 kilomètres du bord de l'inlandsis du Groenland, et à une altitude de 1.530 mètres; plusieurs de ces lacs avaient un kilomètre de longueur, et des profondeurs de 3 à 5 mètres. Aussi des ruisseaux, des torrents coulent à plein bord des glaciers pendant plusieurs semaines dans l'Arctique.

Une évaporation active se produit aussi à la surface de la glace : on évalue, au Groenland, cette évaporation à 55 millimètres d'eau par an, et si cette évaporation n'avait pas lieu, il arriverait 15.000 mètres cubes de glace de plus au bord de l'inlandsis par mètre de longueur, ce qui suffirait pour étendre l'inlandsis sur une distance vers la côte de 7 à 8 kilomètres. D'après Rink, l'évaporation et la fusion enlèvent aux glaciers du Groenland les 5/6e de la neige qui tombe par an à leur surface, 1/6e seulement s'écoule en glace et disparaît sous forme d'icebergs.

Dans l'Antarctique, les fusions d'été sont beaucoup moins importantes, car le thermomètre ne monte qu'exceptionnellement au-dessus de zéro. Le rayonnement des rochers échauffés par le soleil n'a qu'une action très locale. Et les ruisseaux qui s'échappent des glaciers sont peu abondants. L'évaporation, même en hiver, peut agir d'une façon assez efficace, lorsqu'il souffle des vents secs.

Toutes ces causes diverses d'ablation seraient certainement loin de compenser l'incessante alimentation des glaciers antarctiques si la mer n'arrêtait leur marche, lorsqu'ils arrivent à elle. Leur muraille, soumise à la poussée du glacier et à l'action des vagues, est débitée au fur et à mesure qu'elle avance. Tantôt la falaise, usée et sapée à la base, s'effrite en larges morceaux, tantôt, s'il s'agit d'un large glacier régulier qui s'avance assez loin dans la mer, les marées, les houles, les tempêtes y déterminent des fentes qui libèrent de très grandes masses. La véritable ablation se fait donc sous forme de glaces flottantes.

Ancienne extension des glaciers polaires. — Les glaciers polaires occupaient autrefois une superficie beaucoup plus grande qu'aujourd'hui. A l'époque quaternaire, il existait dans l'Amérique du Nord deux centres de glaciation très importants : le Labrador et les hauteurs bordières de la Baie d'Hudson étaient recouverts d'un véritable inlandsis dont l'épaisseur atteignait plusieurs centaines de mètres et qui débordait sur l'archipel polaire américain, ainsi que sur les rivages de la mer glaciale. Un autre centre de glaciation existait encore sur le Groenland, comme aujourd'hui, mais avec un développement plus vaste. D'autres centres secondaires recouvraient le Spitzberg, la Terre François-Joseph et la Nouvelle-Zemble. Par contre, les côtes septentrionales de l'Alaska et de la Sibérie n'ont pas connu de glaciation intense. Le recul des glaces a été considérable depuis des époques reculées. Les glaces ont à peu près disparu du Canada et du Labrador, et se sont réduites dans de notables proportions au Spitzberg et à la Nouvelle-Zemble. Au Groenland, la glace arrivait autrefois jusqu'à l'embouchure des fiords, et avait une altitude supérieure d'un millier de mètres à son niveau actuel. Le recul des glaciers paraît se continuer à l'époque actuelle : plusieurs petits glaciers ont disparu aux environs de l'île Disco; à Godhavn, on a noté, depuis quarante ans, une régression très nette de la langue glaciaire, qui descendait autrefois vers Godhavan même, et qui n'est plus aujourd'hui qu'un fin liseré blanc se profilant sur le ciel. Dans l'ensemble cependant, le Groenland est encore tel qu'à l'époque glaciaire : même au moment de la plus intense glaciation, le Groenland n'a jamais été entièrement recouvert de glace; les nunataks ont toujours existé, bien que moins nombreux et moins développés qu'aujourd'hui.

Dans l'Antarctique aussi, nombreuses sont les preuves d'une glaciation antérieure beaucoup plus étendue que celle de l'époque actuelle. Des vestiges d'anciens glaciers, moraines, blocs erratiques, roches moutonnées, polies et striées, ont été découverts un peu partout. Les vallées des chaînes côtières ont souvent des versants aussi nets que ceux d'une tranchée de chemin de fer. Il est probable que le détroit de Gerlache, large aujourd'hui de 10 milles et profond de 625 mètres, sur la partie septentrionale de la Terre de Graham, était occupé autrefois par un immense glacier. Toutes les îles essaimées en si grand nombre sur les côtes présentent des roches moutonnées qui montrent qu'elles étaient autrefois recouvertes de glace. Les calottes glaciaires qui recouvrent encore aujourd'hui plusieurs de ces îles, sont les restes des glaciers formidables d'autrefois.

A la Terre Guillaume. II, les blocs erratiques qui couvrent les pentes du Gaussberg jusqu'au sommet, à 370 mètres d'altitude, prouvent que l'inlandsis dans son voisinage a été autrefois d'au moins 350 mètres plus épais qu'aujourd'hui.

Le retrait des glaces se manifeste d'une façon aussi nette aux abords de la Terre Victoria. « Le volcan Erebus, dit le géologue David, de l'expédition Shackleton, a joué le rôle d'un gigantesque marégraphe enregistrant les fluctuations des phénomènes glaciaires, quand il n'était qu'un nunatak au milieu du glacier colossal de

la Grande Barrière de Ross, qui avait alors une altitude de 300 mètres au-dessus des flots. » Nous avons, du reste, signalé le recul observé depuis soixante ans, de la falaise terminale de cette barrière.

Les causes du recul des glaces, tant dans l'Arctique que dans l'Antarctique, sont loin d'être élucidées. Il est évidemment dû à un changement de climat, mais on n'est pas d'accord sur la nature de ce changement. Les uns invoquent une diminution actuelle de la température, ce qui semble *a priori* assez paradoxal, mais ce qui entraînerait une diminution des précipitations, l'air à une température très basse ne pouvant contenir qu'une faible quantité de vapeur d'eau.

D'autres, surtout pour l'Antarctique, prétendent qu'au contraire, au moment du maximum d'extension glaciaire, les températures étaient plus basses qu'aujourd'hui, de telle sorte que la banquise avait une plus grande extension. Dans ces conditions, les tempêtes devaient être moins fréquentes, la neige tombée pouvait rester en place et alimenter les glaciers d'une façon plus abondante.

D'autres enfin font intervenir des déformations de l'écorce terrestre, qui ont pu modifier la configuration des terres.

Glaciers fossiles. — En outre des glaciers dont nous venons d'examiner sommairement les caractères, il faut signaler qu'on rencontre dans les régions polaires de curieuses formations glaciaires appelées *glaciers fossiles* : la masse glacée est ensevelie sous une couche de limon. On a trouvé des glaciers fossiles à l'Ile Déception dans l'Antarctique et sur la côte septentrionale de la Sibérie ainsi que dans l'Alaska.

Dans le golfe de Kotzebue, en Alaska, un glacier fossile, à une altitude de 200 mètres, est complètement revêtu d'une couche de limon dans laquelle croissent des saules nains, des plantes herbacées, des mousses et des lichens. Dans les îles de la Nouvelle Sibérie, une véritable glace fossile prend part à la constitution de la côte, formant des falaises dont la surface est recouverte de graviers et de limon, et où les restes de mammouths sont tellement abondants que la récolte d'ivoire donne lieu à un commerce important. Il suffirait d'une légère élévation de température pour que tout cet archipel se dissolve presque tout entier en bouc.

Les glaciers fossiles peuvent s'expliquer, soit par un intense transport de poussière par les vents, dans les régions où les roches s'effritent par l'action du gel; soit par le déversement sur la glace, à la suite de phénomènes volcaniques, de torrents chargés de boue; soit encore par des amas de graviers et de vases charriés par les fleuves lors d'anciennes débâcles. Peut-être dans certains cas, ne faut-il y voir simplement que d'anciennes moraines de surface exceptionnellement puissantes?

LA DÉCHÉANCE DES APTITUDES REPRODUCTRICES CHEZ LES ANIMAUX AU COURS DE L'ÉVOLUTION

par le Dr Emile DEVAUX
Médecin principal de 1re classe

L'espèce humaine, la plus évoluée des espèces animales, est en même temps la moins prolifique. — Les statistiques ont montré que la stérilité dans l'espèce humaine se maintient en moyenne en nos pays d'Europe et aux Etats-Unis entre 10 à 13 %, autrement dit, sur huit à dix ménages, il y en a un, au moins, qui n'a pas d'enfant. Mais, dans les grandes villes, une telle moyenne est plus forte encore ; c'est ainsi qu'à Toulouse, elle s'est élevée jusqu'à 18 pour 100 (Dr Maurel) ; et à Paris à 25 pour 100 (1). Dans ces cas, c'est donc un ménage, sur six ou cinq ou même sur quatre, qui est voué à la stérilité. Ajoutons qu'à Paris, on a pu constater qu'un tiers des ménages fertiles (31,9 pour 100) n'avaient qu'un seul et unique enfant (2).

Ces faits nous apprennent que l'interfécondité des couples humains est loin d'être assurée et facile comme celle des couples animaux qui nous entourent ; nombreux sont les ménages qui voudraient avoir des enfants et qui n'en

(1 et 2) Mash. Etude sur les familles parisiennes (*Journal de la Société de Statistiques de Paris*), 2 février 1904, page 49).

peuvent pas avoir. En voici d'ailleurs une preuve frappante : le Japon passe, à bon droit, pour un des peuples les plus prolifiques de la terre ; néanmoins, les divorces y sont extraordinairement nombreux ; en effet, quand il y a 23 divorces, en France, il y en a 215 au Japon, et ceci est dû à ce que, pour les Japonais, la non interfécondité entre époux donne droit au divorce (1) (Dr Lœventhal).

Un fait nous témoigne, d'ailleurs, que l'aptitude à la reproduction de l'espèce humaine est loin d'égaler celle des diverses espèces animales, c'est que la femme devient sexuellement sénile dès 45 à 50 ans, bien avant la vieillesse vraie et générale qui ne l'atteindra que 20 ou 25 ans plus tard. Or, les femelles des mammifères sont aptes à se reproduire alors même qu'elles sont dans un âge très avancé : la jument, par exemple, peut devenir mère à plus de vingt ans.

Si maintenant, nous comparons, au point de vue de la reproduction, l'Homme aux singes, anthropoïdes, nous constatons qu'il existe, entre eux, un véritable abîme physiologique : en effet, un gorille, un orang-outang, un chimpanzé sont à la tête de plusieurs générations à un âge où l'Homme n'est encore qu'un enfant. C'est à un tel fait, d'ailleurs, que nous avons attribué les nombreux signes d'infantilisme relatif que présente l'être humain vis-à-vis des singes supérieurs (2).

LES RETARDÉS SEXUELS SONT DES HYPO-FÉCONDS. — Il semble bien, du reste, qu'une certaine hypo-fécondité frappe les animaux quand ils deviennent des retardés sexuels. L'infantilisme vrai est un signe certain de dégénérescence sexuelle, puisque tous les eunuques sont des infantiles et que tous les atrophiés sexuels le sont également. Mais l'infantilisme relatif est le témoignage, à son tour, d'une réelle hypotrophie sexuelle, du moins si nous en jugeons d'après l'exemple de l'Homme comparé aux Anthropoïdes et d'après les deux autres suivants :

Nous savons que le Cheval par rapport à l'Ane, que le Bélier par rapport au Bouc sont des retardés sexuels : le Cheval, en effet, n'est véritablement en état d'engendrer de bons produits qu'à l'âge de quatre ans ou quatre ans et demi : l'Ane, par contre, est un bon étalon dès l'âge de trois ans. Le Bélier, d'autre part, n'est un bon reproducteur qu'à l'âge de trois ans, tandis que le Bouc le sera dès l'âge de dix-huit mois à deux ans. Le fait, d'ailleurs, que le larynx du Cheval apparaît comme frappé d'un certain arrêt de développement par rapport à celui de l'Ane, et qu'il en est de même du larynx du Bélier comparé à celui du Bouc, nous témoigne qu'il existe, entre ces deux sortes d'espèces voisines, un certain degré d'infantilisme relatif.

Or, l'Ane, comme le dit Buffon, a plus de puissance pour engendrer *même avec la jument*, que n'en a le Cheval ; on peut s'en assurer, en donnant d'abord le cheval étalon à des juments et en leur donnant, le lendemain ou même quelques jours après, l'âne au lieu du cheval, ces juments produisent presque toujours des mulets et non des chevaux ; le contraire, d'ailleurs, n'arrive point lorsqu'on donne l'âne, en premier, et le cheval; en second, à la jument, le produit est presque toujours un mulet (1) ».

On sait, d'autre part, qu'un seul bouc peut suffire à un troupeau de 150 chèvres, tandis qu'un bélier ne peut être à la tête qe de 25 brebis (2).

Si maintenant, nous faisons la remarque qu'entre deux espèces voisines, la plus grande de taille est toujours la plus tardive, nous nous expliquons pourquoi, dans un même genre, les espèces dont la taille est la plus petite, celles qui sont les plus précoces sont, précisément, les plus prolifiques.

DANS TOUT LE COURS DE L'EVOLUTION, LES ANIMAUX, EN PROGRESSANT, SONT DEVENUS, DE PLUS EN PLUS, HYPO-FÉCONDS. — Mais de tels faits ne sont pas seulement actuels, nous pouvons les étendre à l'Evolution tout entière ; car la loi de l'augmentation de taille dans les rameaux phylétiques nous a appris que, en règle générale, toute élévation, dans l'échelle animale, s'est opérée grâce à des ralentissements d'allures de développement (3) ; c'est parce que les animaux mettaient plus de temps à se développer, parce qu'ils possédaient des cellules qui demeuraient plus longtemps jeunes, non différenciées et multipliables, qu'ils ont pu acquérir des tailles de plus en plus élevées. Mais, tous ces ralentis de développement étaient devenus des tardifs sexuels, ils étaient donc aussi, très vraisemblablement, des hypo-féconds. Si maintenant, nous admettons que *les individus les plus géants, les plus évolués de chaque phylum, avaient été, plus que tous les autres, atteints dans leurs facultés repro-*

(1) C'est intentionnellement que nous avons choisi cet exemple, car il nous montre que la stérilité, dans les mariages humains ne dépend pas, en général, de la restriction volontaire ; celle-ci, quoi qu'on en dise, *poussée à ce point*, est exceptionnelle ; d'ailleurs, dans bien des cas, elle est singulièrement facilitée par l'hypo-fécondité.

(2) Dr EMILE DEVAUX. L'infantilisme de l'homme et ses rapports avec les Anthropoïdes (*Revue Générale des Sciences*, 15 mai 1921).

(1 et 2) BUFFON. *Œuvres complètes*, tome XIX, p. 32.

(3) E. DEVAUX. Les ralentissements de développement et l'interprétation des grands faits paléontologiques (*Revue Générale des Sciences*, 30 avril 1923).

ductrices, nous aurons, devant les yeux, *une des causes essentielles de leur extinction* (1).

UN GRAND PROGRÈS EN EVOLUTION : L'AVÈNEMENT DES ŒUFS VOLUMINEUX ET EN PETIT NOMBRE. — Un autre fait nous témoigne que chez les animaux, le rôle comme agents reproducteurs est devenu de plus en plus secondaire, au fur et à mesure qu'ils ont évolué, c'est l'avènement des œufs volumineux et en petit nombre, à maturité successive, alors qu'auparavant la reproduction, ne s'opérait que par des œufs petits, très nombreux, et mûrissant, en masse, tous à la fois. On sait, en effet, que chez les Invertébrés chez les Amphibiens, chez la plupart des Poissons, il existe une multitude d'œufs, très petits, relativement très pauvres en vitellus, ce qui les distingue profondément des Reptiles et des Oiseaux, dont les œufs sont en nombre relativement infime, mais surabondamment chargés de vitellus nutritif : d'où l'hyperfécondité des premiers et l'hypofécondité des seconds.

Quelques faits vont nous donner une idée de la fécondité prodigieuse des animaux à petits œufs : 1° une seule grenouille peut accoucher de vingt mille œufs ; 2° une mère abeille, à l'époque des fleurs, peut pondre jusqu'à 3.000 œufs par jour (2) ; 3° « la plupart des poissons d'eau douce pondent, en une saison, de dix mille œufs, jusqu'à plusieurs centaines de mille (Prometheus). Staff a trouvé, chez une carpe de cinq ans, pesant 4 kilos 330, un ovaire de 1 kilo 970, renfermant 1.662.630 œufs ; chez une carpe de six ans, cet auteur a compté 403.189 œufs par kilo. Mais, c'est chez les poissons de mer que le nombre des œufs atteint des chiffres extraordinaires ; l'exemple du hareng est classique ; les trois millions d'œufs que l'on trouve chez l'Esturgeon, font aussitôt penser à l'origine marine immédiate de ce poisson ; il en est de même de la Lota vulgaris avec son million d'œufs (3) ».

Quel contraste avec les Reptiles, avec les Oiseaux, « qui ne se reproduisent, comme dit Buffon, que par vingtaines, par douzaines ». Mais une déchéance si considérable de la fécondité a eu l'avantage énorme d'empêcher que les richesses alimentaires de l'organisme soient accaparées par une multitude de convives, parasites de l'individu et doués d'une avidité nutritive énorme, au grand préjudice de la mère (4) et de ses tissus en voie de croissance.

(1) Il faut tenir compte également, à ce propos, de la dy-harmonie grandissante entre les organes, qui s'est opérée, au fur et à mesure que les tailles augmentaient.

(2) E. AUBERT. *Histoire naturelle des êtres vivants*, tome II, page 183.

(3) *Allgm. Fischerei Zeitung*, vol. XXXV, 1910. — *Rev. Scient.*, 29 octobre 1910.

(4) Qui s'épuise et souvent en meurt.

Chaque embryon, par ailleurs, eut dès lors à sa disposition des quantités considérables de vivres directement assimilables, d'où la possibilité, pour lui de faire d'abondantes provisions de cellules pouvant demeurer longtemps jeunes, non différenciées et éminemment multipliables, destinées à tous les tissus divers futurs, musculaire, osseux, nerveux, etc... C'est pourquoi l'avènement des gros œufs ouvrît l'ère des bêtes de grande taille qui devinrent même colossales (1).

TOUTE FEMELLE D'OISEAU EST UNE DEMI-CASTRÉE. — Mais comme si une réduction si considérable de la fécondité n'était pas suffisante pour libérer l'individu de la tyrannie sexuelle, nous constatons que toute femelle d'oiseau est une demi-castrée : « l'ovaire droit, chez elle, et l'oviducte du même côté, s'atrophient et disparaissent (2) ». Les Oiseaux, en conséquence, sont moins prolifiques que les Reptiles, mais ils acquièrent, en revanche, une cervelle plus volumineuse.

ATROPHIE DES OVAIRES CHEZ LES NEUTRES DES FOURMIS, DES ABEILLES ET DES TERMITES. — Un pas de plus s'est même accompli, dans ce sens ; chez les abeilles, en effet, chez les fourmis, chez les termites, la dégénérescence sexuelle est poussée plus loin encore, puisque tous les neutres sont des castrés totaux : ce sont des femelles qui subissent l'atrophie complète de leurs ovaires. C'eût été d'ailleurs, inévitablement l'extinction complète et définitive de toutes les espèces en question, si elles n'avaient pas été pourvues de reines, c'est-à-dire de mères pondeuses. Les neutres sont absolument stériles, mais les reines, en revanche, sont douées d'une fécondité prodigieuse. Ces mères si prolifiques sont d'ailleurs, étrangement dépourvues d'intelligence, elles mourraient infailliblement de faim, si les neutres ne leur donnaient pas la becquée : la cause en est, évidemment, au rationnement excessif du système nerveux, à son arrêt de développement qui en est la conséquence et à son inhibition fonctionnelle, par suite d'un accaparement des vivres par un tissu sexuel exubérant à l'extrême. Par contre, chez les neutres, nous observons des manifestations d'intelligence vraiment surprenantes chez de si petits êtres, c'est que leur castration physiologique a permis la suppression non pathologique d'un grand concurrent nutritif et que leurs ganglions cérébraux sont dès lors nourris supérieurement.

(1) Chez les Mammifères l'embryon est également abondamment nourri puisqu'il puise directement ses vivres dans le placenta maternel.

(2) E. AUBERT. *Histoire naturelle des être vivants*, tome II, fasc. II, p. 417, André fils, éditeur, Paris.

Prodigieuse fécondité du Tænia. — Dans ce même ordre d'idées, nous citerons, maintenant, le cas si remarquable des parasites qui, en général, deviennent d'une fécondité de plus en plus extraordinaire au fur et à mesure qu'ils sont plus profondément atteints par la dégénérescence. Chez le Tænia, par exemple, l'art de se reproduire est poussé aux limites les plus extrêmes, cet animal une fois adulte ne se compose plus, en effet, que d'une tête microscopique suivie d'une légion d'anneaux reproducteurs, or, chacun de ces anneaux devient un sac littéralement rempli d'œufs (à en éclater), fruits d'innombrables cellules germigènes, mâles et femelles, serrés les uns contre les autres. Voici d'ailleurs, à ce propos, un fait, bien authentique, rapporté par Raphaël Blanchard : « Le 4 mars 1877 une personne avale un cysticerque bien vivant ; au bout de 54 jours, des anneaux commencent à être éliminés ; le 67e jour, une dose de Kousso et d'huile de ricin, détermine l'expulsion de 866 anneaux. En y ajoutant les 3 anneaux rendus précédemment et dont chacun était long de 14 mm., en moyenne, on arrivait ainsi à reconstituer un ver long de 4 m. 71. Si l'on admet que le cou et la tête aient été longs de 8 mm., on obtient au total un tænia long de 4 m. 83 formé de 900 anneaux et développé en 67 jours ».

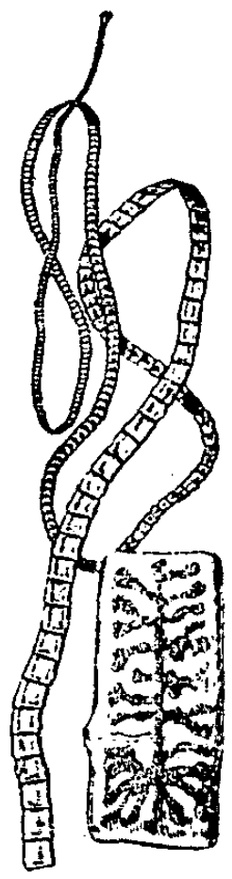


Fig. 80. — Un animal des plus dégradés : tænia commun à l'état adulte un anneau mûr avec ses organes remplis d'œufs : exemple typique d'hypertrophie sexuelle et d'hyperfécondité poussées à l'extrême.

(D'après E. Bouvier.)

Chez le tænia, grâce à la vie parasitaire, l'appareil digestif, l'appareil musculaire, l'appareil nerveux sont réduits à l'extrême, il en résulte que tous les vivres, directement assimilables qu'il absorbe, profitent aux organes de la génération d'où une hypertophie sexuelle, monstrueuse et une incroyable hyperfécondité (fig. 80).

Conclusion et résumé. — En fin de compte, quand on considère, au point de vue des aptitudes reproductrices, l'immense champ de l'Evolution, on s'aperçoit que l'affranchissement de la tyrannie sexuelle a permis la création d'individualités organiques de plus en plus puissantes. Du jour, en effet, où le tissu sexuel n'a plus été le grand accapareur des richesses nutritives de l'organisme, les autres tissus, le musculaire et l'osseux, en particulier, chez les vertébrés prirent un essor prodigieux et les tailles colossales surgirent de tous côtés. Mais, au fur et à mesure que les tailles augmentaient, dans les diverses séries, comme l'âge de la puberté devenait de plus en plus tardif et que l'hypofécondité devenait de plus en plus accentuée, les rejetons étaient de moins en moins nombreux. Or, il est bien évident que, dans la lutte pour l'existence, ce sont les tout petits qui payent le plus lourd tribut à la mortalité ; la vie d'une espèce donnée est d'autant plus précaire qu'elle est moins prolifique ; car, chez elle, les individus sont rares qui échappent aux hécatombes de la première heure. Mais, en outre, on sait que les jeunes constituent la partie la plus labile de chaque espèce. Celle qui est la plus capable de se plier aux conditions anormales d'existence. Ainsi s'explique la disparition d'un grand nombre d'espèces et celle, plus particulièrement des espèces les plus géantes qui tenaient la tête des phylums.

Or, l'espèce humaine, la dernière venue est celle, de toutes les espèces animales, qui a été le plus profondément atteinte, en ses aptitudes reproductrices. En effet, vis-à-vis des espèces anthropoïdes, elle présente des signes multipliés d'infantilisme ; elle est, d'ailleurs, des plus hypofécondes, souvent même elle est stérile. Mais, par surcroît, de tous les petits des animaux, les enfants des hommes sont ceux dont l'existence est, pendant le plus de temps, précaire, car ils demeurent, *pendant des années*, dans un état d'impuissance telle, qu'ils sont absolument incapables de pourvoir par eux-mêmes à leur subsistance, incapables de se défendre contre leurs ennemis. Incapables même de fuir les dangers. Néanmoins, au lieu de s'éteindre, l'espèce humaine n'a fait que prospérer ; ce miracle est dû au fait qu'elle est pourvue d'un organe prodigieux : un cerveau pensant.

Quant à l'origine même de cette hypertrophie extraordinaire du cerveau qui sépare, si profondément l'Homme de tous les autres animaux, c'est, finalement, à l'extrême lenteur de sa croissance qu'il faut l'attribuer. Certes, être un grand ralenti de développement était nécessaire, mais ce n'était pas suffisant, car un éléphant, par exemple, met plus de temps qu'un homme à se développer, et cependant, il n'acquiert point

une intelligence humaine. Mais, chez les vertébrés supérieurs, autres que l'Homme, les muscles et les os s'accroissent si vite, ils prennent de très bonne heure une prépondérance telle, qu'ils deviennent, à leur tour, comme le tissu sexuel chez les animaux inférieurs, de véritables accapareurs sanguins.

En conséquence, ils détournent, à leur profit, une part importante de vivres destinés au cerveau : si bien que cet organe, chez eux, est précocement frappé d'arrêt de développement et d'hypo-activité fonctionnelle. Mais, chez l'Homme, il n'en est point ainsi : les muscles mettent très longtemps à acquérir leur toute puissance fonctionnelle et le maximum de leur énergie nutritive : à l'époque même, en effet, où les cellules psychiques ne sont pas encore différenciées, où elles sont encore multipliables, pendant tout le cours de la première année qui suit la naissance, l'activité des muscles est des plus réduite ; dès lors, ils ne concurrencent que faiblement le cerveau et celui-ci n'est nullement entravé dans sa croissance : c'est pourquoi, il s'hypertrophie si bien qu'en moins de six mois, il a doublé son poids (1).

(1) Dr Emile Devaux : La pérode d'allaitement et la croissance du cerveau (*Revue Scientifique*, 8 sept. 1923).

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Janvier 1928). — *Théorie des fonctions.* 1. M. *V. Smirnoff* envisage les polynomes $P_n(x)$ tels que, sur une courbe fermée F du plan complexe, de longueur l, on ait

$$\int_\Gamma P_n(x)\, P_m(x)\, d\delta = l\varepsilon_{nm} \quad (\varepsilon_{nm} = 0 \text{ pour } n \neq m ; = 1 \text{ pour } n = m)$$

Et il étudie le développement en série $\Sigma c_k P_k(x)$ d'une fonction holomorphe à l'intérieur de F.

2. Dans l'étude du problème de Dirichlet, M. Wiener a obtenu une condition de régularité d'un point frontière d'un domaine, que M. *Florin Vasilesco* transforme à l'aide d'homothéties successives. La condition obtenue, plus intuitive, permet de former simplement des points réguliers ou irréguliers. L'Auteur donne également un exemple simple d'un domaine pourvu de points irréguliers formant un ensemble partout dense.

3. En modifiant une démonstration qui lui avait permis déjà d'étudier les cercles de remplissage, M. *Georges Valiron* établit un théorème, valable pour les fonctions méromorphes d'ordre positif, et qui généralise à la fois deux théorèmes connus, l'un de M. Borel sur l'exposant de convergence des zéros de $f(z)_f = a$, l'autre dû à MM. Julia et Ostrowsky.

4. M. *Nikola Obrechkoff* généralise la notion de convergence absolue pour la série Σa_n en introduisant la série $A_k(\omega) = \Sigma a_n (\omega - \lambda_n)^k$ (avec $\lambda_n < \omega$), puis l'intégrale

$$\int_A^\infty \left| \frac{d}{d\omega} \left[\frac{A_k(\omega)}{\omega_k^\omega} \right] \right| d\omega :$$

si celle-ci est convergente la série proposée sera dite $|R, \lambda, k|$ sommable. L'Auteur étudie les propriétés de ce nouveau mode de sommation dont l'origine se rattache aux travaux de M. Riesz.

5. M. *Rolf Nevanlinna* recherche si, pour deux fonctions méromorphes différentes $f_1(z)$, $f_2(z)$, les équations $f_i(z) = a_j$ ($i = 1,2$, $j = 1,2,\ldots h$) peuvent avoir les mêmes racines. Les cas $h = 3$ et 4 ont été envisagés par M. Henri Cartan et par M. Polya; le cas $h = 5$ nécessite l'identité des deux fonctions, même si l'on ne tient pas compte de l'ordre de multiplicité d'une racine.

Analyse. 1. M. *Julius Wolff* modifie un énoncé qu'il avait donné antérieurement, relativement aux séries

$$\Sigma \frac{A_k}{z - a_k}$$

2. En utilisant la méthode des familles normales M. *P. Bessonoff* obtient une condition nouvelle pour qu'une fonction méromorphe soit presque périodique. Il indique en outre diverses propriétés des fonctions précédentes et de leurs presque périodes.

3. Poursuivant son étude des équations $s = f(x, y, z, p, q)$ qui sont de genre $\geqslant 3$ pour chaque système de caractéristiques, M. *Lainé* indique pour ces équations des systèmes de conditions nécessaires qu'elles doivent vérifier. Elles se répartissent en dix familles; leur formation nécessite des calculs compliqués; mais l'Auteur a pu établir qu'il existe effectivement des équations de ce type.

4. M. *S. Serghiesco* obtient le nombre des racines communes à deux équations $f = 0$, $\varphi = 0$ contenues dans un domaine à l'aide d'intégrales étendues au domaine et portant sur des invariants différentiels du système f, φ; la méthode peut s'étendre au cas de n équations.

5. Les points où une fonction entière est très grande en module forment un domaine d'un seul tenant s'étendant à l'infini. M. *Henri Milloux* énonce un théorème qui permet de limiter l'extension angulaire du domaine.

6. M. *S. A. Janczewski* répartit en dix formes canoniques les systèmes différentiels linéaires du type de Sturm, du quatrième ordre et identiques à leurs adjoints.

Géométrie différentielle. Précédemment, M. *Paul Mentré* avait étudié les déplacements dans l'espace projectif réglé d'une quadrique dont chaque demi-quadrique admet deux génératrices pour caractéristiques. L'Auteur traite le même problème lorsque la quadrique est dégénérée en un doublet; ce doublet engendre en général deux congruences qui admettent une même famille à un paramètre de complexes linéaires osculateurs enveloppant un complexe à foyer inflexionnel quadruplé.

Géométrie infinitésimale. La théorie classique des équations de Monge-Ampère suppose les caractéristiques distinctes; les caractéristiques doubles dépendent, soit de trois constantes arbitraires, soit d'une fonction arbitraire d'une variable. M. *E. Goursat* étudie à ce point de vue

l'équation de la déformation des surfaces, et rattache les caractéristiques doubles à des singularités de la surface.

Mécanique. 1. M. *Charles Colombi* calcule pour une turbine à vapeur élémentaire le nombre de tours spécifiques et il applique la formule obtenue à la turbine à action et à la turbine Parsons.

(3) M. *A. Rateau* rapproche la formule de M. Colombi de formules données antérieurement par lui-même et par Camerer; il montre comment on peut utiliser les expressions ainsi introduites pour la comparaison des turbines.

2. Poursuivant ses recherches sur les poulies, M. *Swyngedauw* montre que la lamelle neutre d'une courroie donnée n'a pas de position précise que pour un azimut donné; elle dépend de la charge du rayon et de la fonction de la poulie, de l'épaisseur de la courroie et du coefficient de frottement.

Mécanique céleste. 1. Considérant un champ de gravitation produit par une masse fixe, et par des masses complémentaires, relativement faibles, distribuées de manière que le champ soit de révolution autour de oz et de symétrie relativement à $z = 0$, M. *P. Fatou* montre que, moyennant une condition de convexité vérifiée par le potentiel, le périhélie devra se déplacer dans le sens du mouvement de l'astre; la méthode s'applique au problème restreint et fournit une théorie élémentaire très simple du mouvement du périhélie d'une petite planète.

2. Poursuivant ses recherches sur la rotation des masses fluides hétérogènes à stratification ellipsoïdale, M. *Pierre Dive* établit, notamment, que, quelles que soient les lois de variation de l'aplatissement et de la densité des couches, il existe un régime permanent de rotation, défini par l'équation qu'il a obtenue récemment et qui maintient le fluide dans sa stratification initiale.

Astronomie. La Cosmogonie dualiste de M. *Emile Belot* permet de prévoir que les satellites extrêmes d'un système à rotation centrale directe ont le sens de leur révolution rétrograde; une inversion analogue existerait pour les systèmes à rotation centrale rétrograde; mais les satellites extrêmes seraient moins stables dans ce dernier cas; leur formation paraît difficile.

Hydrodynamique. M. *Emile Merlin* étudie une masse fluide, à stratification cylindrique, en rotation autour d'un axe; il montre que moyennant des hypothèses simples il existe des mouvements dont la détermination dépend d'une équation de Riccati.

Physique mathématique. 1. M. *A. Lévêque* montre que lorsqu'un liquide circule dans une conduite de température variable, les coefficients de convection sont modifiés. Par exemple si la température de la paroi croît dans un sens tel que son écart avec la température du fluide tende à s'accroître le flux de chaleur se trouve augmenté, et inversement.

2. Beaucoup de problèmes de physique mathématique reviennent à l'étude de la variation d'une intégrale, ce qui permet de les traiter par approximations successives. Après avoir étudié antérieurement le cas où la forme quadratique sous le signe intégral est définie positive, M. *Nicolas Kryloff* envisage actuellement le cas d'une forme indéfinie et donne une évaluation précise de l'erreur commise à l'approximation de rang m.

Calcul des Probabilités. 1, 2 et 3. A propos d'une Note récente de M. Hadamard sur le problème du battage des cartes de H. Poincaré, M. *B. Hostinsky* étend la méthode de M. Hadamard à des cas plus généraux, et, notamment, aux variables continues. Envisageant un point d'une droite qui, à la suite de transformations successives, occupe les positions $x_1, \ldots, x_n, \ldots$, on peut représenter par $f(x_{k-1}, x_k)\,dx_k$ la probabilité pour qu'après avoir été en x_{k-1} il tombe dnas l'intervalle x_{k-1}, x_k. Après n opérations, la probabilité pour qu'il soit passé de sa position primitive x à une position de l'intervalle $(y, y + dy)$ sera donnée par une intégrale multiple $P_{(n)}\,dy$. M. Hostinsky montre que, moyennant des hypothèses simples, la limite de $P_{(n)}$ est constante. — M. *Hadamard* reprend la question, la rattache à l'étude d'une équation intégrale, et signale un cas singulier qu'il y aurait intérêt à élucider, puis, dans une deuxième Note, il étend la méthode aux problèmes de Mécanique à m paramètres dans la mesure où le hasard peut intervenir et où il y a réversibilité possible.

4. M. *A. Khintchine* indique une condition suffisante pour l'applicabilité de sa « loi forte » des grands nombres à une suite de variables éventuelles x_i (La loi précédente exprime non seulement que la probabilité de $\left|\sum_1^n (x_i - a_i)\right| > \varepsilon n$ tend vers 0 avec $1 : n$, mais qu'il en est de même pour la probabilité que cette inégalité ait lieu pour *une* valeur $n > n_0$, quand n_0 tend vers ∞; a_i est l'espérance mathématique de x_i).

RENÉ GARNIER.

Relativité

Récentes vérifications expérimentales des théories de la relativité. — Certains résultats expérimentaux récents, obtenus en Amérique par Miller qui a repris sur une vaste échelle l'expérience de Michelson, semblent indiquer un entraînement partiel de l'éther par les corps en mouvement, en contradiction avec la théorie de la relativité. Dans *Scientia* (août 1927), M. G. Wataghin examine les conséquences possibles de ces expériences.

La théorie de la relativité générale, se demande-t-il, serait-elle compromise ou non par une confirmation éventuelle des résultats de Miller. « La réponse ne peut-être catégorique : en un certain sens certainement non, en un autre probablement oui. Précisément, la relativité einsteinienne n'est pas seulement une nouvelle théorie physique, mais elle est aussi une nouvelle méthode de traiter les problèmes physiques, méthode fondée sur la conception d'une étroite dépendance entre nos mesures spatiales et chronologiques et le complexe des phénomènes physiques dont elles font partie et sur l'introduction en physique d'un puissant instrument analytique appelé calcul différentiel absolu. La découverte de cette nouvelle méthode constitue pour la science un pas définitif en avant et, dans ce sens, un retour en arrière se trouve exclus. Une modification de la forme actuelle de la théorie de la relativité, ou même un abandon partiel des idées d'Einstein, seraient, par contre, très possibles, par exemple dans le cas où l'effet Miller existerait et dépendrait de l'altitude. »

M. Wataghin pense d'ailleurs qu'il ne convient pas, pour apprécier la valeur des théories de la relativité, de considérer la seule expérience de Miller, mais qu'il faut envisager les autres épreuves expérimentales de cette théorie.

Le déplacement du périhélie de Mercure semble aujourd'hui en parfait accord avec les prévisions de la théorie. De nouveaux calculs, exécutés par G. Chazy, ont confirmé, pour la planète Mercure, la valeur de 43'' par siècle calculée par Newcomb. On a aussi considéré les autres planètes. De plus, on a eu récemment une vérification impressionnante d'une prévision théorique de Painlevé et Chazy. En 1921, Painlevé a démontré que la théorie de la gravitation d'Einstein amène une légère modification de la pé-

riode de révolution de la planète Mercure. Chazy a fait les calculs et a trouvé que l'intervalle de temps entre le passage de Mercure au périhélie en mai 1891 et en mai 1924 doit être diminué de 27'' environ. Effectivement, en 1924, on a observé une avance d'environ 0,5 minute par rapport à l'instant prévu par les tables astronomiques.

En ce qui concerne la déviation des rayons lumineux passant près du Soleil lors des éclipses de Soleil, on n'a pas acquis, ces dernières années, de nouvelles données expérimentales. Beaucoup d'astronomes et de physiciens éminents considèrent cette déviation comme établie par les observations antérieures et comme constituant une vérification éclatante des prévisions de la théorie. Cependant, quelques savants continuent encore à soulever des doutes à ce sujet et cherchent d'autres causes à l'effet observé.

Le troisième effet prédit par Einstein, le déplacement vers le rouge des raies spectrales émises dans un champ de gravitation intense, a reçu récemment une nouvelle vérification. En 1923, Battlinger, J. Weber et A. S. Eddington ont indiqué le satellite de Sirius comme l'une de ces étoiles pour lesquelles l'effet prévu par la théorie d'Einstein doit être particulièrement intense. On sait que les principales difficultés rencontrées dans la vérification des prévisions d'Einstein tiennent à la petitesse de l'effet résultant pour les raies du spectre solaire et d'autres étoiles (0.01 Unités angström = 15^{-10} cm. environ pour la lumière jaune). Le satellite de Sirius présente dans ce sens une exception remarquable. Par l'étude du mouvement des deux composantes de Sirius, on trouve que la masse du satellite est trois fois plus petite que celle de la composante principale, tandis que la quantité de lumière qui, de ce satellite, arrive à la Terre est environ cent mille fois plus petite que celle que nous envoie l'autre composante. D'où l'on déduit, étant donné la température élevée du satellite, que la petitesse de l'énergie lumineuse émise ne peut être attribuée qu'à la petitesse de la surface rayonnante. On comprend alors comment l'on arrive à conclure, connaissant la grande masse et la surface très réduite du satellite, que sa densité doit être exceptionnellement élevée, environ 53.000 fois celle de l'eau. Du point de vue physique, ces valeurs énormes de la densité ne sont pas absurdes. La théorie d'Eddington fait prévoir que, dans certaines étoiles, les atomes doivent sous l'influence de températures élevées, perdre tous leurs électrons et qu'alors les noyaux atomiques peuvent très bien, sous l'action des champs de gravitation intenses, se rapprocher à des distances assez petites pour donner des densités semblables. On en conclut que le champ de gravitation à la surface du satellite doit être exceptionnellement intense et l'effet Einstein environ 30 fois plus grand que celui prévu pour le Soleil (0.4 unité angström).

W. S. Adams a réussi à mesurer le déplacement des raies de l'hydrogène dans le spectre du satellite de Sirius. En moyenne, ce déplacement s'élève à 0,29 unité Angström, en parfait accord avec les prévisions théoriques. Croze a formulé des réserves sur les mesures très délicates d'Adams. Toutefois, il semble bien difficile d'attribuer au hasard la coïncidence entre la valeur observée et la valeur prévue théoriquement. On ne connaît actuellement aucune autre cause susceptible d'expliquer un déplacement aussi considérable des raies spectrales.

Les mesures récentes faites par Saint-John sur le déplacement des raies du fer et du cyanogène vers le rouge, dans le spectre du Soleil, sont également en bon accord avec les prévisions de la théorie d'Einstein.

L'auteur fait remarquer que les vérifications de la théorie d'Einstein portent toujours sur des effets très minimes, par suite d'une observation très difficile et dont la petitesse peut conduire à se se demander s'il ne serait pas possible de les attribuer à des erreurs d'expérience ou à des effets parasites insoupçonnés. Se basant sur la petitesse de ces effets, on pourrait penser que les divergences théoriques n'ont pas l'importance qu'on leur attribue et que ce sont de vaines spéculations dépendant de points de vue personnels aux savants. « Ce jugement conclut M. Wataghin, serait superficiel. La grandeur d'un effet n'est pas du tout en relation avec son importance théorique, car elle est relative à nos moyens et à nos méthodes de mesure. Dans le cas particulier que nous considérons ici, comme dans tous les autres, il appartient encore à l'expérience, si délicate qu'elle soit, de décider du choix entre les théories qui s'opposent. Les résultats expérimentaux que nous avons cités parlent clairement en faveur de la théorie d'Einstein et nous amènent à la conclusion que la relativité reflète d'une façon plus complète que les autres théories au moins une partie des lois qui gouvernent les phénomènes physiques. »

A. Bc.

Physique

L'émission des rayons positifs. — Depuis leur découverte, rayons cathodiques et rayons positifs ont été fréquemment utilisés dans des expériences ayant pour but de résoudre quelques-uns des problèmes les plus importants de la physique moderne. Mais tandis que la découverte des phénomènes thermoélectroniques purs a permis de pousser la technique des rayons cathodiques à un très haut degré de perfection, les procédés employés pour l'obtention des rayons positifs n'ont pas cessé d'être assez rudimentaires.

On peut ranger les différents modes de production des rayons positifs en deux groupes :

1° Les ions positifs sont créés au sein d'une atmosphère plus ou moins dense par un bombardement qui en provoque l'ionisation.

2° Les ions sont émis à la surface d'un corps (solide ou liquide).

L'ionisation peut avoir lieu dans l'atmosphère d'un tube de Crookes entre l'anode et la cathode, par suite du passage de la décharge elle-même (principalement grâce aux rayons cathodiques); les rayons positifs ont alors des vitesses plus ou moins grandes selon la différence de potentiel qu'ils ont traversée pour atteindre la cathode.

L'idéal serait de faire émettre par une surface solide sans tension de vapeur des ions qui pourraient être accélérés dans le vide sans risque de choc ou de neutralisation. On aurait ainsi le tube à rayons X renversé, avec transport de particules matérielles positives au lieu d'électrons.

L'émission de rayons positifs a toujours été obtenue au moyen de sels. Les sels sont, en effet, toujours plus ou moins cristallisés; or les cristaux sont, d'une manière tout à fait générale, constitués par des ions disposés aux nœuds d'un réseau; il suffit de les libérer pour obtenir directement l'émission d'ions et, par suite, de rayons positifs.

M. Max Morand (1) a apporté une contribution intéressante à l'obtention de rayons positifs, à partir des sels.

Les phénomènes étudiés théoriquement et vérifiés par l'expérience permettent d'établir un parallélisme entre les émissions cathodiques obtenues au moyen de pointes très fines et les émissions positives observées avec des anodes pointues recouvertes de sel. Grâce au champ électrique considérable qui règne au voisinage de la pointe, les électrons libres du métal ou les ions positifs du sel peuvent

(1) *Thèse*, Paris, 1927.

être arrachés en donnant des rayons cathodiques ou des rayons positifs. Par des calculs approximatifs, M. Max Morand a déterminé les champs électriques nécessaires pour obtenir l'émission d'électrons; ces champs sont de l'ordre de quelques millions de volts par cm. Il a calculé que des champs électriques de l'ordre de 50 à 100 millions de volts par cm. seraient nécessaires pour obtenir l'extraction d'ions positifs immobiles dans un cristal de chlorure de sodium. Mais cette extraction peut être facilitée grandement par l'agitation thermique des ions obtenue en chauffant le sel, ou encore par bombardement de la surface du sel au moyen de particules convenables. Dans ces deux cas, l'émission d'ions positifs, doit devenir possible pour des champs sensiblement plus faibles, de l'ordre de 10 millions de volts par centimètre.

L'auteur indique comment il a pu réaliser un dispositif de pointe chauffée et recouverte de sel, pour lequel le calcul montre que le champ, au voisinage de la pointe, doit être de l'ordre de grandeur désiré, avec un potentiel de 50.000 volts environ. Dans ces conditions, on obtient, en effet, une émission positive plus ou moins abondante, qui paraît parfaitement pure et correspondre uniquement aux phénomènes d'arrachement précédemment décrits, quand le débit reste inférieur à un dixième de milliampère.

Une mesure directe du champ, au voisinage de la pointe, a pu être faite en utilisant l'effet Stark sur la lumière émise au voisinage de celle-ci. L'effet Stark mesuré sur la raie 4603 du lithium a conduit à un champ voisin de 2 millions de volts par centimètre, ce qui semble confirmer la théorie du phénomène. Il est curieux de remarquer que l'ordre de grandeur des champs nécessaires pour obtenir l'émission cathodique ou l'émission positive est exactement le même.

L'auteur indique ensuite rapidement comment ses résultats expliquent et complètent les expériences faites antérieurement sur la production des rayons positifs et comment il semble possible d'en améliorer le rendement.

M. Max Morand a essayé d'utiliser ces émissions pour séparer des isotopes du lithium en quantités sensiblement plus grandes qu'on ne l'avait fait jusqu'à présent. Il paraît possible de recueillir facilement des dépôts de 1/100e de milligramme. Des perfectionnements en cours de réalisation permettront sans doute de les rendre plus considérables.

A. Bc.

Médecine

Pour le traitement du cancer. — La lutte entreprise ontre le cancer a enregistré dans ces dernières années d'appréciables succès. En même temps que l'étude de la cellule cancéreuse fait avancer sur la voie la découverte des causes premières du cancer, les possibilités de traitement se sont augmentées grâce aux puissantes actions nécrobiotiques des radiations courtes : Rayons X et rayons γ.

La chirurgie, en extirpant le foyer cancéreux, la Rœntgen ou la Curiethérapie en le détruisant sur place sont capables, dans de certaines limites, d'amener la guérison définitive. Mais ces limites sont conditionnées non pas tant par le siège du foyer que, surtout, par le fait que le cancer n'est une maladie locale qu'au début : tôt ou tard la cellule cancéreuse, essaimant hors du foyer, envahit l'organisme, créant une véritable *maladie cancéreuse* devant laquelle bistouri et radiations restent impuissants.

Le traitement idéal du cancer doit donc comporter la possibilité d'atteindre le processus non pas seulement au niveau du foyer, mais dans toute l'étendue de l'organisme, partout où se développe une évolution néoplasique. Le but sera près d'être atteint lorsque seront connues, dans leur intimité, les causes du cancer.

Dès maintenant, toutefois, d'intéressants résultats sont acquis dans le sens d'une chimiothérapie de la cellule néoplasique qui, sans préjuger aucunement de la nature du cancer cherche la substance électivement toxique pour cette cellule et qui soit capable de la détruire sans agir nocivement sur le reste de l'organisme.

Plusieurs métaux ont, depuis longtemps déjà, été proposés et expérimentés : jusqu'à nouvel ordre, le plomb paraît rester celui dont l'action pharmaco-dynamique s'est montré la plus constante et la plus efficace : En France, le Dr Pierre Girard, au cours de ses recherches expérimentales s'adresse à l'endosmose électrique pour faire absorber, effectivement par les cellules cancéreuses l'élément considéré : c'est d'ailleurs la seule méthode qui permette d'obtenir une imbibition parfaite et de « forcer cette porte close qui est la paroi d'une cellule vivante ». De tous les métaux le plomb donne les effets les plus satisfaisants. Au lieu d'un arrêt simplement temporaire de l'évolution néoplasique on observe régulièrement, avec le plomb, après une phase passagère d'hyperplasie, une régression rapide avec durcissement corné du tissu cancéreux qui se résorbe et disparaît au bout d'un mois environ. M. Borrel, introduisant le plomb par une méthode différente, obtient des résultats de même ordre.

L'expérimentation montre donc la remarquable toxicité du plomb pour les cellules cancéreuses. Mais cette toxicité existe aussi, à un degré certes non négligeable, à l'égard des autres cellules de l'organisme et, lors de l'application thérapeutique, la dificulté est grande de se tenir dans la marge étroite qui existe entre la dose active et la dose toxique. Et même s'il est établi que le plomb agit électivement sur les cellules cancéreuses, encore faut-il pouvoir disposer d'un produit tel que des doses assez fortes pour arrêter le processus néoplasique soient supportées sans dommages par l'organisme.

Or, en donnant aux métaux cet état physique particulier qu'est l'état colloïdal on parvient à en introduire dans l'organisme des quantités plus importantes sans effets nocifs.

En Angleterre, Blair Bell, de Liverpool, s'est, le premier, orienté dans cette voie.

Lui et ses collaborateurs utilisent une solution de plomb colloïdal centrifugée et rendue hypertonique, dont les particules ont, au plus, 0.2 micron. L'introduction par voie intra-musculaire ou endoveineuse se fait par petites doses à intervalle de 10 jours, Martland emploie une solution plus stable à particules plus fines, de 0.08 micron, obtenue par réduction d'un sel de plomb en présence d'un catalyseur. Mais quelles que soient les différences de technique, c'est toujours le plomb colloïdal qui est utilisé et à des doses rapprochées de la dose toxique, ce qui exige de très grandes précautions dans l'application de la méthode.

D'une façon générale les résultats cliniques sont en concordance avec les faits expérimentaux : on observe, dans les cas favorables, après une période transitoire de congestion une régression sensible de la tumeur et un arrêt du processus néoplasique.

Ces essais portent encore sur un nombre trop faible de malades et sont trop récents pour qu'il soit dès maintenant possible de tirer des conclusions fermes. Toutefois, d'après Westbrook, on peut escompter des succès sur le tiers environ des cancéreux pour qui les autres thérapeutiques (bistouri et rayons) sont demeurées impuissantes.

Ainsi la chimiothérapie du cancer marque déjà à son

actif des résultats dont le moins qu'on puisse dire est qu'ils sont pleins d'intérêt et, il faut le penser, de promesses pour l'avenir. Mais il reste encore beaucoup à faire dans cette voie.

En effet, en raison de la forte toxicité générale du plomb la preuve reste à faire de façon irréfutable que son action abiotique sur la cellule cancéreuse est spécifique et qu'il n'y a pas là seulement un effet plus marqué d'intoxication banale.

Enfin, il reste, surtout, à trouver une forme du plomb qui, tout en gardant son efficacité vis-à-vis de la cellule cancéreuse, se montre assez peu nocive pour les autres cellules de l'organisme, de telle sorte qu'il subsiste une marge suffisante mettant à l'abri des accidents.

Et il n'est pas défendu d'espérer la solution du problème, si l'on songe aux récents progrès réalisés dans un ordre analogue de recherches, à propos de l'arsénic dont on parvient aujourd'hui à faire tolérer par l'organisme des quantités formidables grâce à des combinaisons organiques.

Le cancer est un fléau trop redoutable pour que l'on néglige d'exploiter la moindre chance qui s'offre d'accroître contre lui les moyens de combat.

Dr Didiée.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Génie civil

La station hydro-électrique de Villalba (Espagne). — On a commencé à produire le courant électrique pour l'éclairage de la ville de Madrid il y a environ 30 ans; plusieurs sociétés s'étaient successivement installées pour produire le courant dans des centrales à vapeur. Ces Sociétés ont été, depuis lors, absorbées par d'autres, créées en vue d'exploiter les ressources hydrauliques du pays. Les stations à vapeur ont été remplacées par des centrales à gaz qui ne servent actuellement que de réserves. La Société électrique de Castille, qui fournit du courant électrique à Madrid, vient d'inaugurer une station génératrice à Villalba, dans la province de Cuenca, à 139 km. de la capitale. La chute d'eau utilisée est sur le fleuve Jucar. On emploie le lac Una comme réservoir compensateur. On a construit une digue pour donner au lac une capacité de 500.000 m³. Le réservoir principal est celui de La Tobia dont la capacité est de 35.000.000 m³. L'installation comporte un canal réunissant le réservoir principal de La Tobia au lac Una. Un second canal fournit l'eau à la centrale, il a une capacité correspondant à la demande maxima de courant imposée à la centrale.

La région est, en général très sauvage, la seule industrie que l'on y trouve c'est l'exploitation des forêts de pins. Il n'y a pas de routes et la seule façon que l'on a employée pour le transport des pins a été le flottage sur les torrents. On a tenu compte de ce manque de moyens de transport dans l'octroi de la concession et l'on a imposé à la Société l'obligation de ne pas interrompre ces transports. Actuellement, on fait flotter les arbres sur le canal et aux environs de la centrale, on les ramène au fleuve au moyen d'un canal latéral, sa pente est très forte et il suffit d'un peu d'eau pour le transport des arbres. A proximité du lac de La Toba, il fallut creuser un tunnel de 600 mètres pour le canal. Ce canal débouche dans le lac Una à la hauteur d'environ 6 mètres au-dessus de son niveau supérieur. Le débit du canal est de 7 m³ par seconde, on pourrait donc récupérer environ 400 CV. en ce point, aussi se propose-t-on d'utiliser cette chute plus tard.

On a construit une digue munie des vannes nécessaires pour relever de 2 m. le niveau primitif du lac Una et porter sa surface de 6 à 20 hectares. Le canal alimentant la centrale part du lac Una, sa capacité est de 10 m³ par seconde, sa section est de 3 m. 80×1 m. 80.

Parmi les différents travaux nécessités par ce canal, on peut mentionner un aqueduc en béton renforcé sur la rivière de La Madera, un tunnel de 800 mètres et un aqueduc sur le Riofrio. Cet aqueduc a une double structure, en dessous c'est une maçonnerie supportant deux tuyaux de conduite pour la centrale de force. La structure supérieure en acier supporte un petit canal ouvert servant au flottage des arbres. La portée des arches en maçonnerie du dessous est de 10 m. 50, les deux conduites ont un diamètre de 1 m. 90. De l'aqueduc de Riofrio au réservoir de la centrale, il n'a fallu aucun travail spécial, mais on eut cependant bien des difficultés. Il fallut construire le canal dans le flanc de la montagne et le supporter en maints endroits par des arches.

Le diamètre des conduites amenant l'eau à la centrale varie de 1 m. 50 à 1 m. 80. Du réservoir à la centrale les conduites sont disposées avec une pente de 17 p. 100 sur 300 m., de 38 p. 100 sur 123 m. et de 44 p. 100 sur environ 100 m. Elles sont construites avec des tôles en acier soudées en sections de 6 mètres avec une épaisseur de 10 à 17 mm. (*Engineering*, 22-7-27).

E. P.

Mines

La surproduction du pétrole aux Etats-Unis. — Il y a quelques années, les experts en pétrole annonçaient l'épuisement prochain des sources de pétrole en Amérique. Aujourd'hui, cependant, c'est la surproduction qui affaiblit le marché. Il faudrait attribuer cette crise, en grande partie, à la production phénoménale d'un bassin, celui de Seminole dans l'Oklahoma, qui, ces dernières semaines, a élevé sa production à plus de 350.000 barils par jour. Cela n'est cependant pas si remarquable quand on pense que sur les 315.000 sondages des Etats-Unis, 6.000 arrivent à fournir plus de la moitié de toute la production du pays. La production moyenne par sondage n'atteint pas 6 barils et 5 sixièmes des sondages n'arrivent même pas à donner un baril par jour. Parmi les nombreux facteurs auxquels il faut attribuer l'instabilité du marché du pétrole, il faut citer en première ligne le manque d'entente entre les producteurs. Aujourd'hui, on abandonnerait les sondages en y laissant 80 o/o du pétrole. Pour retarder l'épuisement, on emploie la pression artificielle et l'on exploite des gisements à 1.500 et même 3.000 mètres de profondeur. Les perfectionnements dans les procédés de raffinage ont attribué à la gazoline une place dominante sur le marché. Le pétrole brut qui ne donnait que 10 o/o de gazoline par les procédés ordinaires de distillation, en donne maintenant environ 40 o/o. Mais ce qui manque surtout maintenant ce sont les réservoirs de pétrole, on ne peut en construire du jour au lendemain et les transports à longue distance étant très coûteux, il en résulte que les augmentations subites de production viennent inonder le marché local. (*Engineering*, 19-8-27).

E. P.

Métallurgie

Le remplacement du manganèse dans l'acier. — Dans la fabrication de l'acier, on n'a pas encore, jusqu'à présent, trouvé de substituant convenable pour le manganèse. En Allemagne, en 1917 et 1918, la rareté du manganèse a obligé d'essayer des substituants tels que l'aluminium sous forme d'alliages de silicium et d'aluminium. L'aluminium a une plus grande affinité que le manganèse pour l'oxygène, mais par son oxydation il donne de l'alumine qui est relativement infusible et forme des inclusions dans l'acier. L'aluminium ne peut éliminer le soufre ou modifier son action dans l'acier comme le fait le manganèse. L'aluminium en faible excès tend à produire de fortes soufflures dans le lingot. Le silicium sous forme de ferrosilicium a une plus grande affinité pour l'oxygène que le manganèse, mais il présente les inconvénients suivants : en léger excès, il occasionne la formation de fortes soufflures dans le lingot, le produit de l'oxydation reste dans le lingot; il n'a non plus aucune action sur le soufre ni sur la disposition moléculaire du métal. C'est le ferrotitane qui est le désoxydant le plus énergique que l'on connaisse. Le titane ne forme pas d'alliages directs avec le fer et il donne à l'acier des qualités qu'on ne peut admettre dans le commerce. On a aussi essayé le calcium, le sodium, le vanadium et le bore comme agents désoxydants, mais l'acier qu'ils donnaient n'était pas homogène. (*Engineering*, 19-8-27).

E. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 6 février 1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *J. Chokhatte* (transm. par M. Appell). — **Sur la convergence des quadratures mécaniques dans un intervalle infini. Applications au problème des moments, au Calcul des probabilités.**

— *Tibor Radô* (prés. par M. Hadamard). — **Remarques sur les fonctions subharmoniques.**

— *J.-A. Lappo-Danilevski* (prés. par M. Hadamard). — **Résolution algorithmique du problème de Poincaré pour systèmes d'équations différentielles linéaires à coefficients rationnels arbitraires.**

— *M. Plancherel* (prés. par M. Hadamard). — **Sur le rôle de la transformation de Laplace dans l'intégration d'une classe de problèmes mixtes du type hyperbolique et sur les développements en séries d'un couple de fonctions arbitraires.**

— *A. Kovanko* (transm. par M. Emile Borel). — **Sur la généralisation des fonctions presque périodiques.**

— *N. Obrechkoff* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur la sommation de certaines séries divergentes.**

GÉOMÉTRIE ALGÉBRIQUE. — *G. Nicoladzé.* — **Sur le contact entre les figures géométriques appartenant à un système continu.**

MÉCANIQUE. — *B. Salomon* (prés. par M. Mesnager). — — **Sur les analogies gyroscopiques de l'électricité : appareils gyroscopiques asynchrones et application à la théorie du gyroscope à mouvement continu ou à mouvement alternatif.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Kiveliovitch* (prés. par M. Hadamard). — **Sur le problème des trois corps avec chocs successifs d'un corps avec les deux autres.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *J. Pacotte* (prés. par M. Hadamard). — **Sur le potentiel vecteur électrique à cinq composantes.**

PHOTOCHIMIE. — *A. Andant* et *E. Rousseau* (prés. par M. L. Guignard). — **Action photolytique, sur le saccharose pur, des radiations totales ou filtrées de l'arc au mercure.**

Les chiffres obtenus font apparaître l'effet photolytique propre des radiations infrarouges dont l'ordre des grandeurs est voisin de celui des radiations totales émises par l'arc nu. L'effet photolytique de la radiation pure 3o5o est considérable. Enfin si les deux séries de radiations agissent ensemble, l'effet photolytique qui en résulte est nettement diminué et inférieur à celui de la radiation pure 365o. Ainsi se précisent davantage l'action d'antagonisme des radiations de longueurs d'onde différentes et la nécessité de filtrer ou de séparer au moins par groupes, les radiations de l'arc au mercure pour étudier leurs applications biologiques, thérapeutiques ou leurs effets photochimiques.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Svend Aage Schon* et *R. Wurmser* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur le pouvoir réducteur du glucose.**

L'étude spectrographique des solutions de glucose maintenues à l'abri de l'oxygène a mis en évidence la production d'une forme réactive dont la présence peut rendre compte du pouvoir réducteur de ces solutions.

CHIMIE MINÉRALE. — *J. Calvet* (prés. par M. Matignon). — **Action de l'acide chlorhydrique sur l'aluminium extra-pur.**

La résistance de l'aluminium à l'attaque des solutions chlorhydriques étendues n'est que momentanée, après une durée de quelques jours, variable d'une coulée à l'autre, l'attaque devient manifeste, elle croît progressivement pour atteindre au bout de quelque temps un régime qui paraît être constant. Le laminage de l'aluminium pur a pour effet d'allonger sa période de passivité.

CHIMIE ORGANIQUE. — *C. Coustot, Fayet* et *Parant* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Contribution à l'étude des halohydrines indéniques.**

Les expériences ont montré qu'il y a deux chlorohydroxyindènes, isomères stériques *cis* et *trans*, mais il reste à résoudre la question de savoir quel est l'isomère *cis* et quel est l'isomère *trans*; il y a lieu de remarquer cependant que le chlorohydroxyindène, fondant le plus bas donne la base secondaire à point de fusion le plus élevé et inversement.

— *L. Bert* (prés. par M. Moureu). — **Synthèse des carbures benzéniques au moyen des combinaisons organomagnésiennes mixtes.**

La décomposition par l'eau des 25 combinaisons organomagnésiennes mixtes, dont 21 nouvelles, décrites par l'auteur, constitue un mode de préparation de carbures benzéniques qui joint à la facilité d'exécution et aux rendements élevés de la méthode de Friedel et Crafts la sûreté de celle de Fitting et Tollens.

— *M. Godchot* et *Cauquil* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Transposition moléculaire dans la série du cycloheptane.**

Les auteurs ont réalisé par une méthode nouvelle, le passage d'un cycle en C^7 à un cycle en C^6, ce dont, du reste plusieurs chimistes avaient déjà signalé la possibilité. D'autre part, d'autres travaux ont établi qu'on pouvait passer d'un cycle en C^6 à un cycle en C^7. Il semble donc que, suivant les réactions en jeu, on puisse modifier ces cycles, les augmenter et les diminuer.

— *Wahl* et *Féricean* (prés. par M. Matignon). — **Nouveaux dérivés de l'isoindigotine.**

Dans cette Note les auteurs indiquent sommairement les méthodes par lesquels ils ont préparés toute une série de nouveaux dérivés.

— *Henri Moureu* (prés. par M. C. Matignon). — **Sur la tautomérie des dicétones α. Les deux formes de méthylbenzylaglyoxal; leur transformation réciproque.**

Le méthylbenzylglyoxal présente le phénomène d'isomérie céto-énolique; or l'auteur a isolé ce composé sous deux formes tantomériques pures, l'une solide, (isomère A) et l'autre liquide (isomère B), qui possèdent la composition centésimale et le poids moléculaire du méthylbenzylglyoxal. L'isomère A est intégralement transformé, a froid, en isomère B, sous l'influence des catalyseurs alcalins. La transformation de A en B est accompagnée d'un important dégagement de chaleur. Inversement quand on chauffe l'isomère B en présence des mêmes catalyseurs alcalins, il se transforme en isomère A.

— *L. Malaprade* (prés. par M. C. Matignon). — **Oxydation de quelques polyalcools par l'acide périodique. Applications.**

L'acide périodique est réduit à froid à l'état d'acide iodique par le glycol, la glycérine, l'érythrite, l'adonite et le mannite. L'auteur a calculé les coefficients de réaction, dont la connaissance permet le dosage des polyalcools en solution aqueuse, méthode qui a l'avantage de s'appliquer à de faibles quantités. La réaction est également applicable au dosage d'un mélange d'anions iodique et périodique.

L. Franchet.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Gabriel Bertrand* et *L. Silberstein.* — **Sur la présence ordinaire du baryum et probablement du strontium, dans la terre arable.**

Les auteurs ont étudié la terre du jardin de l'Institut Pasteur, vingt autres échantillons de terre arable provenant de diverses régions de la France, de l'Italie, du Danemark, de la Serbie : ils y ont toujours trouvé du baryum. Dans certains cas, l'examen spectroscopique a révélé la présence du strontium. Ainsi s'expliquerait l'existence plusieurs fois constatée du baryum et même à la fois du baryum et du strontium dans l'organisme des plantes.

BIOLOGIE. — *E. Bataillon* et *Tchou Su.* — **Maturation, fécondation et polyspermie chez l'œuf.**

La première mitose polaire de l'œuf vierge de *Bombyx mori* est normalement arrêtée en métaphase avant la ponte. Elle s'achève, après fécondation, avec l'*élimination chromatique* décrite ailleurs par Seiler; la polyspermie normale est faible.

La fin de la ponte peut fournir des œufs qui paraissent immatures et qui sont de deux types : certains sont infécondables; d'autres présentent une polyspermie assez forte; mais ils ne point activés et leur cinèse polaire ne s'achève pas.

Comme chez les Urodèles, les mitoses mâles ne s'achèvent pas, mais leurs centres s'éloignent et se partagent l'ilôt plasmatique. Chez les œufs non activés, ces centres s'irradient, la cytodiérèse laisse en place le fuseau métaphasique nu et figé qui dégénère.

GÉOLOGIE. — *Joseph Péneau* (prés. par M. Ch. Barrois). **Présence de faciès schisteux dans le Dévonien de la région de Chalonnes (Maine-et-Loire).**

Le Dévonien moyen des environs de Chalonnes comprend : 1° des formations coralliennes (Calc. à Polypiers et grands Brachiopodes, de Chaudefonds, Chalonnes, Montjean); 2° des formations détritiques à Tentaculites et Goniatites, les unes schisteuses, étudiées dans cette Note, les autres calcaires (Calc. de La Grange).

Le Dévonien supérieur ne semble pas représenté en cette localité.

— *Pierre Pruvost* (prés. par M. Ch. Barrois). — **Des résultats géologiques acquis par le sondage de Ferrières-en-Bray.**

La région du Pays de Bray paraît être comme le Weald, le Boulonnais et même le Yorkshire septentrional, un dôme anticlinal de terrains crétacés superposé à une dépression remplie de terrains jurassiques.

Trouver des micaschistes cristallins sous le domaine le Jurassique de Ferrière, c'est constater que sous l'axe du Bray passe un pli paléozoïque à structure anticlinale.

— *A. Demay* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur les éléments inférieurs du complexe tectonique cévenol, nappe des Trois-Dents et nappe de Pouyardière dans le panneau du Pyfara et dans le synclinal de Saint-Marcel.**

Le charriage de la nappe des Trois-Dents est accusé d'une manière générale par le laminage des gneiss œillés et par les traces d'écrasement qui apparaissent presque toujours à petite distance dans le substratum.

La nappe de Pouyardière comprend les amphibolites, les gneiss à mica noir et le granite de la série de puissance. Elle forme dans le panneau du Pyfara un grand lambeau de recouvrement qui flotte sur les gneiss œillés inférieurs.

A citer, en particulier, l'écrasement remarquable des gneiss de la nappe de Pouyardière et des gneiss œillés inférieurs au col de Concise.

PALÉONTOLOGIE. — *Etienne Patte* (prés. par M. H. Douvillé). — **Sur la persistance du genre *Lingullela* Salter dans le Dévonien du Tonkin.**

Par suite de la présence des genres *Spirifer* et *Lingulella* dans les grès de Souei Nang (région de Van Yen, Tonkin), ces grès doivent être tenus pour dévoniens. Contrairement à ce que l'on croyait, le genre *Lingulella* n'est donc pas caractéristique des terrains cambriens et ordoviciens.

CRYPTOGAMIE. — *E. Chemin* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur un *Acrochœtium* endozoïque et le développement de ses spores.**

Il s'agit d'une Floridée endozoïque dont les filaments sont contenus dans les parois du périsare d'une Hydraire, l'*Obelia geniculata*, à l'exception des monosporanges qui, seuls, sont externes. L'auteur la range, au moins provisoirement, dans l'espèce *Acrochœtium infestans* Howe et Hoyt, espèce nouvelle pour la France.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Luigi de Caro* (prés. par M. Guignard). — **Rendements énergétiques comparés de divers glucides dans le développement des moisissures.**

Etudiant le rendement énergétique dans la croissance du *Sterigmatocystis nigra* aux dépens de divers sucres, l'auteur constate que le lévulose manifeste sa supériorité. L'inuline se comporte comme le lévulose, et le maltose comme le glucose. Le saccharose occupe, ici aussi, une situation intermédiaire entre glucose et lévulose. Enfin, il y a lieu de noter l'utilisation sensiblement inférieure du lactose.

Au total, il semble bien que pour tout développement végétal les glucides à fonction cétonique sont mieux utilisés que ceux à fonction aldéhydique.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *P. Bourcet* et *G. Nugué* (prés. par M. Guignard). — **Sur la digitine de Nativelle.**

Les auteurs proposent de faire disparaître, dès maintenant, dans la nomenclature si touffue des produits tirés de

la digitale, les noms de *digitive* et de *digine* pour conserver seulement la dénomination de *gitogénine* qui ne laisse aucune équivoque possible quant à la constitution de ce corps.

PHARMACODYNAMIE. — *Raymond Hamet* (prés. par M. Charles Richet). — **Sur la bradycardie provoquée par l'uzara et les autres substances digitaliques.**

La bradycardie correspondant au premier stade de l'action des corps digitaliques résulte d'une sensibilisation des terminaisons périphériques du pneumogastrique qui les rend plus sensibles à l'action du tonus vagal. On comprend ainsi pourquoi cette bradycardie très nette chez le chien dont le tonus vagal est élevé, s'observe difficilement chez le lapin qui est presque totalement dépourvu de tonus pneumogastrique.

Bien entendu l'hypertension, quand elle existe, peut ajouter ses effets à l'action étudiée et ainsi accroître encore la bradycardie produite par cette dernière.

ÉLECTRICITÉ PHYSIOLOGIQUE. — *Philippe Fabre* (prés. par M. d'Arsonval). — **Excitation musculaire directe par les courants progressifs.**

Les constatations relatées dans cette Note et celles relatives aux formes des contractions, permettent à l'auteur de conclure que les altérations dues au vieillissement intéressent surtout les éléments nerveux disséqués hors de l'organisme et peut-être plus généralement l'ensemble de l'appareil nerveux.

PROTISTOLOGIE. — *G. Lavier* (prés. par M. F. Mesnil). — **Les formations paravacuolaires des trypanosomes.**

Les colorants vitaux permettent de distinguer ces formations de la métachromatine. Si le bleu de méthylène, la thionine les colorent également, le rouge neutre colore les formations paravacuolaires très précocement et très intensément, beaucoup plus que la métachromatine. La résistance qu'opposent ces formations à divers agents chimiques et en particulier aux acides permettent de supposer qu'il s'agit de nucléoprotéides; elles appartiennent au vacuome comme la métachromative.

Ces formations, considérées parfois comme des produits de dégénérescence du tryanosome, traduisent peut-être, au contraire, une réaction de défense du flagellé contre des conditions défavorables.

P. GUÉRIN.

Séance du 13 février 1928.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *S. A. Janczewski* (prés. par M. Hadamard). — **Les théorèmes d'oscillation des systèmes différentiels homogènes réguliers du quatrième ordre.**

— *J. Delsarte* (prés. par M. Goursat). — **Sur les transformations linéaires fonctionnelles, et les rotations fonctionnelles non enclidiennes.**

— *P. Fatou* (prés. par M. Goursat). — **Sur certains systèmes d'équations différentielles dépendant d'un paramètre.**

— *M. Janet* (prés. par M. Goursat). — **Sur un système d'équations aux dérivées partielles.**

TOPOLOGIE. — *L. Tumarkin* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la structure dimensionnelle des ensembles fermés.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *N. Bogoliouboff* et *N. Kryloff* (prés par M. Hadamard). — **Sur les méthodes des différences finies pour la résolution approchée des problèmes fondamentaux de la physique mathématique.**

NAVIGATION-SOUS-MARINE. — *Laubeuf.* — **Les moyens de sauvetage des sous-marins.**

Parmi les nombreux appareils proposés par les inventeurs, l'auteur retient trois types : le tube extensible ou non, les flotteurs détachables, le sac pour sauvetage individuel.

Pour rendre les catastrophes de sous-marins moins dangereuses les expériences doivent porter sur les moyens de maintenir le bâtiment à la surface de l'eau, assez longtemps pour permettre à l'équipage de s'échapper. Ces moyens sont : 1° l'emploi d'un poids de sécurité en plomb; 2° la chasse d'air comprimé dans les compartiments dits water-ballasts.

RELATIVITÉ. — *A. Piccard* et *E. Stabel* (transm. par M. Pierre Weiss). — **La non existence du vent d'éther.**

Cette Note est une réponse à celle de M. Brylinski (*C. R.*, 185, 1927, p. 1458) et a pour objet de fixer certains détails relatifs aux mesures prises par les auteurs (*C. R.*, 185, 1927, p. 1198).

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *H. Bellocq* et *Ch. Jacquet* (prés. par M. G. Ferrié). — **Mesures magnétiques dans les Basses-Pyrénées, les Landes et la Gironde.**

Les mesures ont été faites dans 42 stations dont 20 sont des stations de Moureaux et 22 des stations nouvelles. Elles ont été effectuées en 1925 et 1927.

Un tableau donne les mesures ramenées au 1er janvier 1922.

— *H. Labrouste* (prés. par M. G. Ferrié). — **Mesures magnétiques dans le Nord de la France.**

Les mesures ont été faites dans 42 stations du Nord, du Pas-de-Calais et de la Somme, dont 27 font partie du réseau de Moureau— et 15 sont des stations nouvelles. Elles ont été effectuées en 1926 et 1927.

Un tableau donne les mesures ramenées au 1er janvier 1922.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *D. Chalonge* (prés. par M. Fabry). — **Etude la couche d'ozone de la haute atmosphère pendant la nuit.**

La couche d'ozone demeurerait constante au cours d'une même nuit; la meilleure série de déterminations, faite entre 18 h. 30 m. le 5 décembre et 3 h. le 6 conduit à des valeurs de l'épaisseur égales entre elles à la précision des mesures près.

L'épaisseur de la couche d'ozone serait sensiblement plus forte la nuit que le jour.

CLIMATOLOGIE. — *D'Arsonval, Bordas* et *Besson.* — **L'observatoire climatologique du Mont-Revard.**

Situé à environ 5 km. d'Aix-les-Bains qu'il domine de 1.200 à 1.300 m., cette station a été dotée d'un Observatoire climatologique par l'Institut d'Hydrologie et de climatologie du Collège de France avec le concours de la Compagnie du Revard. Le poste d'observation est installé à l'altitude de 1.522 m. sur un point culminant du plateau. Les auteurs indiquent dans cette Note, les moyens d'action de l'Observatoire, et des renseignements sur le climat du Mont Revard.

RADIOACTIVITÉ. — *Frilley* (prés. par M. de Broglie). — **Spectrographie des rayons γ par diffraction cristalline.**

Jusqu'ici, la raie de plus haute énergie observée par diffraction cristalline dans le spectre de la famille du Ra était celle de 170 kilovolts signalée par Rutherford et Andrade. Dans le spectre du mésothorium, J. Thibaud avait obtenu une raie de 236 kilovolts. La limite supérieure atteinte par M. Frilley est 617 kilovolts.

OPTIQUE. — *F. Perrin* et *R. Delorme* (prés. par M. Jean Perrin). — **Mesure des durées de fluorescence des sels d'uranyle solides et de leurs solutions.**

Les durées d'émission des sels d'uranyle ont été mesu

rées à l'aide d'un phosphoromètre établi par les auteurs et constitué par un phosphoroscope à disques du type de H. Becquerel, complété par un dispositif photométrique précis.

Les résultats obtenus ont montré que, dans les sels étudiés, la vie moyenne décroît, ainsi que le pouvoir fluorescent, quand la concentration croît, quand la température s'élève ou quand on ajoute de l'eau ($\tau.10^4$ = 0.55 pour une solution contenant 30 p. 100 d'eau).

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Chevenard* (prés. par M. Le Chatelier). — **Propriétés électriques des ferro-nickels additionnés de chrome.**

Cette Note résume les conclusions des recherches sur la résistivité et le pouvoir thermo-électrique des ferro nickels chromés.

— *L. Cavel* (prés. par M. Calmette). — **Contribution à l'étude des boues activées.**

Les boues se désactivent par excès d'azote, car en abaissant leur teneur en azote par aération, on leur restitue leurs propriétés adsorbantes, ce qu'avait déjà fait observer Cambier.

Le procédé des boues activées se prête peu aux variations de composition des eaux à épurer. Dès qu'un régime de marche est adopté, il faut le conserver, car le moindre changement dans la nature des eaux brutes entraîne des perturbations dont se ressent l'effluent.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *P. Carré* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur le dosage iodométrique de l'acide phosphoreux et sur l'emploi du bicarbonate de sodium en iodométrie.**

Les résultats obtenus ont conduit l'auteur à modifier la méthode de Rupp. Il acidule par HCl avant de doser l'excès d'iode par l'hyposulfite : il obtient ainsi des résultats exacts. En outre, lors de l'oxydation de l'acide phosphoreux par l'iode, il faut avoir soin de maintenir en flacon émeri bien bouché le mélange acide phosphoreux, iode et bicarbonate; en vase ouvert, le gaz carbonique libre qui s'échappe peu à peu de la solution entraîne des quantités notables d'iode.

CHIMIE ORGANIQUE. — *R. Cornubert* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Phénomènes d'orientation chez l'α-méthylcyclohexanone.**

L'auteur a poursuivi ses recherches sur la méthylation au sulfate, l'éthylation au bromure et l'allylation au bromure de l'α-méthylcychohexanone. Les nouveaux résultats obtenus montrent que si l'on se trouve en présence d'un réflexe intramoléculaire, l'orientation doit être acquise lors de la sodation, et par suite toute alcoylation ou arylation doit se produire de la même manière que les alcoylations observées précédemment.

— *D. Ivanoff* (transm. par M. V. Grignard). — **Préparation de la benzophénone par les organomagnésiens. Mécanisme de la réaction entre les organomagnésiens et leurs dérivés carbonatés.**

La méthode indiquée permet d'obtenir le benzo-phénone avec une rendement de 60 p. 100; la formation du triphénylcarbinol ne dépasse guère 2 à 3 p. 10.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *P. Baud* (prés. par M. Camille Matignon). — **Un procédé de fabrication de la baryte hydratée, au départ du carbonate.**

Le titre élevé des clinkers obtenus par calcination d'un mélange de carbonate CO^3Ba et d'oxyde ferrique permet de préparer, par suite épuisement à l'eau, des liqueurs très concentrées de baryte, comme celle qu'exige la précipitation du saccharose retenu dans les mélasses de sucrerie (33° Bé à 75°), et le faible prix de revient laisse envisager la mise en pratique des réactions de la forme :

$$Ba^3O,9H^2O + SO^4Na^2 = SO^4Ba + 2NaOH + 8H^2O$$

pour la fabrication industrielle des alcalis et du sulfate SO^4Ba précité.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *C. et M. Schlumberger* (prés. par M. Pierre Termier). — **Découverte, près de Hettenschlag, d'un deuxième dôme de sel sous la plaine d'Alsace.**

Ce dôme se trouve sur le prolongement de la longue crête constituée par le dôme de Meienkeim, dans la direction générale des failles rhénanes ce qui conduit à supposer qu'un accident de cette nature a été la cause initiale amorçant la montée du sel, qui s'est ensuite poursuivie par l'effet de la gravité et de la plasticité. La forme en plan du dôme de Hettenschlag a été approximativement déterminée par les mesures électriques. Elle est beaucoup moins allongée que celle du dôme de Meienkeim.

PALÉONTOLOGIE. — *Mlle Eliane Basse* (prés. par M. H. Douvillé). — **Sur quelques Invertébrés fossiles crétacés du sud-ouest de Madagascar.**

Les échantillons ont été recueillis le long des falaises qui bordent le cours de l'Onilaky et de ses affluents : Sakondry au Nord, Lomaka et Andronolova au Sud. Le Néocomien supérieur et tous les termes du Crétacé moyen et supérieur forment dans cette région une vaste série continue très fossilifère. Les grès verts plus ou moins argileux prédominent à la base, tandis que les calcaires jaunes, gréseux, se rencontrent presque exclusivement au sommet.

Au Crétacé moyen, la plupart des espèces qui peuplaient la région étudiée sont communes avec l'Inde et la Tunisie; leur dissémination a été favorisée par la transgression cénomanienne. La faune a un caractère néritique.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Robert Lemesle* (prés. par M. J. Costantin). — **Formations subéreuses anormales chez une Labiée (*Hymenocrater*).**

Chez les deux espèces d'*Hymenocrater* étudiées, des régions sèches de la Perse, l'auteur a observé l'existence, dans le bois secondaire, de plusieurs anneaux de parenchyme subérifié. Ce liège, qui se forme sans apparition préalable d'assise génératrice, se différencie de l'intérieur vers l'extérieur.

Les diverses formations successivement parenchymateuses, n'ont rien, de pathologique, et sont peut-être en rapport avec les alternances d'humidité et de sécheresse intense qui existent dans ces régions de steppes.

ANATOMIE. — *Mlle M.-L. Verrier* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Sur la présence et la structure d'une *fovea* rétinienne chez un Percidé : *Serranus Cabrilla* L.**

La densité du pigment, l'existence exclusive de cônes, le tassement des cellules de la couche des grains internes, l'augmentation du nombre des cellules ganglionnaires permettent bien de conclure à l'existence d'une *fovea* chez *Serranus cabrilla*.

Ces caractères rapprochent cette *fovea* de celle des Blennies, mais elle se distingue de la *fovea* des Vertébrés supérieurs et particulièrement de celle de l'Homme par un plus petit nombre de cellules ganglionnaires.

— *J.-J. Thomasset* (prés. par M. Cayeux). — **Remarques sur les canalicules de l'émail dentaire.**

L'auteur se trouve amené à concevoir, chez les amioïdes, un émail dont la forme générale serait donnée par l'organe adamantin qui sécréterait ou à travers lequel dialyserait une substance plus ou moins liquide, laquelle reste-

rait en cet état assez longtemps pour que les canalicules y pénètrent; ensuite ceux-ci calcifieraient la masse. Chez les Vertébrés supérieurs cette substance se réduirait, et avec elle la portion adamantine des canalicules, d'autant plus que les éléments prismatiques deviendraient prépondérants.

ZOOLOGIE. — *Charles Pérez* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Sur l'appareil d'accrochage de l'abdomen au thorax chez les Décapodes Brachyures.**

L'accrochage de l'abdomen au thorax, que l'on pourrait être porté, par le seul examen des adultes, à considérer comme un caractère différentiel du sexe mâle, est en réalité plutôt un caractère somatique, commun aux deux sexes dans le jeune âge et qui persiste définitivement chez le mâle, tandis qu'il s'oblitère chez la femelle et fait place à une autre disposition fonctionnelle.

PHYSIOLOGIE. — *F. Maignon* et *E. Knithakis* (prés. par M. E. Leclainche). — **Influence de la diète hydrique sur l'excrétion urinaire des corps cétoniques chez le chien.**

Non seulement le chien ne présente pas de cétose au cours de la diète hydrique, mais on voit généralement chez lui l'acide β-oxybutyrique et les corps cétoniques totaux diminuer dans une forte proportion, alors qu'une très légère acétonurie s'installe.

— *Léon Blum, P. Grabar* et *Joseph Weill* (prés. par M. Widal). — **Influence de la minéralisation sur la pression osmotique des protéines du sang.**

Toutes choses restant égales, il suffit d'ingérer du chlorure de sodium pour influencer nettement la pression osmotique des protéines et le quotient albumine/globuline. Cela donne à penser que les deux phénomènes sont cordonnés et conditionnés par la même cause, ne dépendent pas l'un de l'autre, que les changements de la pression osmotique des protéines du sang ne sont pas dues à une altération primitive des albumines sanguines, comme on l'admet actuellement, mais sont la conséquence du changement de la minéralisation.

— *L. Ambard* et *F. Schmid* (prés. par M. Widal). — **Diurèse et pression osmotique des albumines.**

Par pression osmotique d'une albumine, les auteurs entendent la différence entre la pression qui est propre à cette albumine elle-même et la pression osmotique du liquide où elle baigne. Il s'agit donc d'une pression différentielle.

Du moment que l'eau exsudée hors des capillaires doit être absorbée par l'épithélium glomérulaire pour être éliminée dans la cavité du glomérule, il est évident que le passage de l'eau à travers cet épithélium sera fonction de l'hydratation dont cet épithélium est susceptible. Or, puisque dans la néphrite œdémateuse cette hydratation est diminuée parce que la pression osmotique des albumines est abaissée, il y aura nécessairement oligurie. Un processus exactement inverse rend compte de la polyurie des azotémiques.

PHARMACODYNAMIE. — *Louis Lewin* (prés. par M. Charles Richet). — **Sur une substance enivrante, la banistérine, extraite de *Banisteria Caapi*.**

La banistérine, qui serait identique avec la harmine provenant du *Peganum Harmala*, est un alcaloïde retiré du *Banisteria Caapi*, liane de l'Amérique du Sud, de la famille des Malpighiacées. De nombreuses tribus emploient la plante comme enivrant à côté du tabac, des boissons alcooliques et éventuellement de la coca.

Les expériences que l'auteur a faites sur des animaux à sang froid et chaud, même sur des singes, ont montré sans exception une forte excitation motrice accompagnée d'une augmentation des réflexes. Les hommes soumis à l'expérience éprouvaient, après une injection de 2 à 7 centigrammes, au sentiment de chaleur et d'alourdissement de la tête et une lassitude générale.

Il est probable que l'emploi de la banistérine ne sera pas sans succès dans certaines paralysies.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Ph. Joyet-Lavergne* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur le pouvoir oxydo-réducteur du chondriome.**

L'auteur a observé, sur des fragments frais du foie de *Rana temporaria* et sur des cellules végétales, en utilisant une solution aqueuse de métol à 2 pour 100, les propriétés oxydantes du chondirome.

Les propriétés réductrices du chondriome peuvent se manifester par l'action d'une solution aqueuse de chlorure d'or à 1 pour 100 sur les cellules hépatiques et sur les cellules de l'épithélium intestinal de *Rana temporaria*.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Lemoigne* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Formation d'un orthodiphénol aux dépens des glucides par certains microbes du sol.**

Certains microbes du sol, cultivés dans un milieu minéral ne contenant que du sucre comme substance organique, produisant, dès le début de leur développement, un orthodiphénol soluble dans l'éther en milieu acide.

P. Guérin.

Séance du 20 février 1928.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *R. Gosse.* — **Sur les équations $s = q f(x, y, z, p)$.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *B. Hostinsky* (prés. par M. Hadamard). — **Complément à la Note sur les Probabilités relatives aux transformations répétées.**

GÉOMÉTRIE. — *J. Le Bel* (prés. par M. Hadamard). — **Sur un système cyclique qui se rattache aux surfaces harmoniques.**

ÉLASTICITÉ. — *L. Roy.* — **Sur les équations générales des surfaces élastiques.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *R. Wavre* (prés. par M. Hadamard). — **Rotations permanente d'une masse fluide.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Winter* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les espaces vibrants.**

RADIOACTIVITÉ. — *B. Cabrera* (transm. par M. P. Weiss). — **Sur les réactions internucléaires.**

ASTROPHYSIQUE. — *Seth B. Nicholson* et *N.-G. Perrakis* (prés. par M. H. Deslandres). — **Sur la constitution de l'atmosphère solaire.**

L'atmosphère solaire, telle qu'elle se présente à nous actuellement, ne contient, à quelques exceptions près, ni éléments extrêmement stables, tels que les gaz rares, ni éléments particulièrement instables, tels que les corps radioactifs. Ces absences apparentes ou réelles se reproduisent — dans le cas des éléments relativement légers — périodiquement et se trouvent localisées dans les extrémités des périodes, occupées généralement par des éléments à potentiel d'ionisation élevé. L'absence presque totale des éléments lourds paraît pour le moment, beaucoup plus difficile à interpréter.

— *H. Deslandres.* — **Remarques sur la communication précédente.**

M. Deslandres fait remarquer notamment que les recherches de MM. Nicholson et Perrakis font bien ressortir les variations périodiques du potentiel d'ionisation avec les nombres croissants des éléments, la période étant celle de Mendéleef.

NAVIGATION. — *L. Kahn* (prés. par M. P. Painlevé). — **Sur une carte conforme utilisable comme carte orthodromique pour les grands itinéraires.**

Le principe consiste à développer un cylindre circonscrit à la sphère géographique le long de l'itinéraire à suivre ou plus généralement le long d'un grand cercle qui traverse toute la région à représenter, et, pour avoir une projection conforme, à adopter, comme loi de correspondance entre les points du cylindre et ceux de la sphère, la même loi que dans la projection de Mercator bien connue. L'axe de la carte qui est l'équateur terrestre dans la projection de Mercator est ici l'image du grand cercle particulier choisi comme cercle de contact.

MAGNÉTISME. — *P. Collet* et *F. Birch* (transm. par M. P. Weiss). — **Sur les moments magnétiques de l'ion cuivrique.**

Les expériences faites, dont les résultats sont résumés dans un tableau, montrent que le moment dominant de l'ion électrique est de dix magnétons; les auteurs ont aussi rencontré le moment de neuf magnétons.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Henri Moureu* (prés. par M. C. Matignon). — **Sur la tautomérie des dicétones α. Constitution des deux formes du méthylbenzylglyoxal.**

L'auteur étudie les formules de structure des isomères A et B du méthylbenzylglyoxal (*C. R.*, 186, 1928, p. 380).

L'isomère A (forme liquide) conduit aux mêmes dérivés (osazone, quinoxaline) que l'isomère B, ces deux composés doivent donc être des formes tantomériques de la même dicétone α. Leur isomérie paraît être d'ordre céto-énolique.

Il semble que l'isomère A soit la forme dicétonique vraie, tandis que l'isomère B constituerait l'un des deux stéréoisomères de l'*a*-oxybenzol-acétone, forme céto-énolique du méthylbenzylglyoxal.

CHIMIE AGRICOLE. — *G. Bertrand* et *L. Silberstein*. — **Sur les proportions de baryum contenues dans la terre arable.**

Les résultats exposés dans un tableau montrent qu'il y a généralement quelques décigrammes de baryum combiné par kilogramme de terre arable et dans échantillon analysé, il y en a jusqu'à 1 gr. 7 par kilogramme.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *A. Demay* (prés par M. Pierre Termier). — **Sur les éléments supérieurs du complexe tectonique cévenol, nappe du Pilat et nappe de Laval, dans le panneau du Pyfara et dans le synclinal de Saint-Marcel.**

Dans le panneau du Pyfara et dans le synclinal de Saint-Marcel comme dans le massif du Pilat, les venues de granulite et le développement des faciès granulitiques sont postérieurs aux mouvements essentiels du Cristallophyllien. On y distingue aussi les mêmes zones lithologiques.

Si l'on met à part la nappe de Laval, le complexe tectonique cévenol présente par sa composition lithologique l'aspect d'un pli couché puissant, dont la nappe du Pilat et la nappe des Trois Dents seraient le flanc normal et le flanc inverse et dont la nappe du Pouyardière constituerait le noyau.

— *Conrad Kilian* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur la présence du Silurien à l'est et au sud de l'Ahaggar.**

Au cours d'une nouvelle mission, l'auteur a constaté que le Silurien joue, au sud et à l'est de l'Ahagyar, un rôle non moins important que dans le nord. Ainsi apparaît de plus en plus net, et par bien des points analogue, tout au moins comparable à d'autres, le vaste bouclier antéordovicien, peut-être antécambrien, de schistes cristallins et de roches cristallines sis en Sahara médian et s'étendant probablement en Afrique occidentale, que l'auteur a appelé *Bouclier saharien* ou *Faîte saharien*.

— *E. Bruet* (transm. par M. Ch. Lepéret). — **Sur les conditions de formation et de conservation du Pliocène supérieur de la vallée de l'Aujon.**

Le fait de la conservation d'alluvions très roulées du Pliocène supérieur dans la vallée de l'Aujon, seulement dans des zones d'effondrement, dans des fissules ou en rares témoins dans les limons des plateaux, eux-mêmes, très réduits en épaisseur, montre l'érosion considérable qu'a subie la région depuis la fin des temps pliocènes.

BOTANIQUE. — *A. Guilliermond* (prés. par M. Molliard). **Remarques sur la phylogénie des Ascomycètes.**

Le *Spermophthora gossypii* (Ashby et Nowell), dont l'auteur a fait l'étude cytologique, constitue, sans nul doute, et sa découverte apporte une confirmation à la théorie de Dangeard qui fait dériver les Ascomycètes des Siphomycètes. Il réalise, en outre, le type ancestral de sexualité supposé par Dangeard à l'origine des Ascomycètes et des Siphomycètes.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Michel-Durand* (prés. par M. Molliard). — **Sur le rôle physiologique des tannins pyrogalliques.**

On peut conclure des considérations exposées dans cette Note relatives aux tannins pyrogalliques, que si l'existence des deux sortes de composés tanniques solubles et insolubles dans l'acétone est générale dans les organes étudiés on ne saurait attribuer à cette distinction une signifiation d'ordre physiologique.

Si le rôle d'aliment respiratoire des tannins libres des glands de chêne paraît suffisamment démontré, l'utilité des mêmes tannins dans le cas des feuilles de châtaignier devient déjà discutable, puisque leur insolubilisation vis-à-vis de l'acétone peut être admsie.

Ainsi se trouve confirmée l'opinion d'un certain nombre d'auteurs, en particulier de Dekker et de Lloyd, suivant laquelle le rôle des composés tanniques serait aussi varié que leur nature.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Y. Volmar* et *A. Jermstad* (prés. par M. Guignard) — **L'essence absolue de Sauge Sclarée.**

Cette essence contient : 1° une petite quantité d'acide acétique et des traces d'un acide non saturé libres : 2° 21.8 pour 100 de substances volatiles constituées, à côté d'une faible proportion d'un éther $C^7H^{12}O^2$, d'un acide non saturé, pour 80 pour 100 d'acétate de linalyle et 20 pour 100 de linalol; 3° une substance ayant les propriétés physiques du cédrène; 4° 42,2 pour 100 d'une substance cristallisée, le sclaréol; 5° 28 pour 100 d'un alcool sesquiterpénique, non cristallisable $C^{15}H^{26}O$. Ces deux dernières substances ne se trouvent pas dans l'essence officinale de Sauge Sclarée et caractérisent l'essence absolue.

— *D. Chouchak* (prés. par M. A. Th. Schlœsing). — **Présence de l'acide glycuronique dans les vins provenant de vendanges eudémisées ou pourries.**

Les moûts et les vins provenant de raisins sains ne contiennent que des traces d'acide glycuronique qui se forme surtout sous l'influence des moisissures attaquant les grains de raisins. Cet acide trouvé dans les vins serait donc apporté par la vendange, et sa dose pourrait dans certains cas servir d'indication sur les soins apportés au triage des raisins avant l'encuvage.

L'acide glycuronique réduisant la liqueur de Fehling, sa présence dans le vin fausse le dosage du glucose. La présence de cet acide peut aussi apporter des perturbations dans le dosage de quelques acides organiques.

— *Georges Truffaut* et *N, Bezssonoff* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur l'efficacité de mélanges de phosphates naturels et solubilisés mesurée par une méthode bactériologigue et l'effet sur les plantes supérieures.**

L'assimilabilité réelle de phosphates contenus dans un milieu peut être mesurée par la masse bactérienne des fixateurs d'azote formée dans ce milieu. Cette méthode bactériologique pourrait remplacer les méthodes actuellement utilisées.

Les expériences relatives aux plantes supérieures confirment les résultats donnés par la méthode bactériologique et montrent que l'addition d'une faible quantité de P^2O^5 soluble facilité l'assimilabilité d'un phosphate naturel.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Tsen-Cheng* (prés. par M. Molliard). — **Sur les modifications histopathologiques constatées chez la Pomme de terre (*Solanum tuberosum*) atteinte de dégénérescence (maladie de l'enroulement .**

Les cellules des feuilles de la plante malade sont très grandes; leur cytoplasme renferme une grosse vacuole extrêmement riche en substances tannoïdes et protéïques. La réaction de ces vacuoles est très acide.La pression osmotique de la plante à l'état jeune, au commencement de l'enroulement, est très élevée; c'est à peine si les cellules des feuilles sont plasmolysées par une solution de saccharose à 34 pour 100 ou de sel à 20 pour 100.

CYTOLOGIE. — *A. Jullien* (prés. par M. F. Mesnil). — **Sur la transformation des cellules sanguines de la Seiche au cours des réactions inflammatoires aseptiques.**

Les processus inflammatoires, en provoquant l'arrivée d'une grand nombre de cellules sanguines en un point traumatisé du tissu conjonctif, mettent en évidence un série de transformations qui, partant de l'élément arrondi, au noyau bilobé et à petites granulations éosinophiles, aboutissent à un fibroblaste par allongement progressif du noyau et du protoplasme et par élimination des granulations.

ENTOMOLOGIE. — *L. Mercier* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **Contribution à l'étude de la perte de la faculté du vol chez *Carnus hemapterus* Nitzsch, Diptère à ailes caduques.**

Carnus hemapterus (*Milichiidae*) et *Lipoptena cervi* (*Hippobocidae*) présentent un curieux parallélisme dans les phénomènes qui frappent la musculature du vol, au moment où se produit la chute des ailes. Chez ces Diptères, la disparition des muscles vibrateurs et le remplacement de ceux-ci par des adipocytes sont vraisemblablement la conséquence de modifications du métabolisme général déterminées par les conditions de vie spéciales (hématophagie, température constante?) résultant de la fixation des Insectes à leurs hôtes (Oiseaux, Mammifères).

EMBRYOGÉNIE. — *C. Dawydoff* (prés. par M. F. Mesnil). — **Sur l'embryologie des Protonémertes.**

Si la première période du développement de *Tubulanus* manifeste des traits palingénétiques indicultables, l'évolution des feuillets et le développement postembryonnaire montrent des caractères fort modifiés. Sans doute, a-t-on ici le même type aberrant d'ontogenèse que chez *Emplectonema gracilis*, selon Delsmann (1916).

PHYSIOLOGIE. — *Mme Hélène Sorg-Matter* (prés. par M. d'Arsonval). — **Loi quantitative de la dépense azotée minima des Homéothermes, validité intraspécifique.**

La dépense azotée minima varie non seulement dans le même sens, mais exactement dans la même proportion que la dépense énergétique.

La loi quantitative de la dépense azotée minima, formulée antérieurement par M. Terroine et l'auteur, et fondée sur l'étude comparée des divers homéothermes adultes s'applique donc intraspécifiquement et peut dans ce cas s'énoncer ainsi : *A l'intérieur d'une même espèce, la dépense azotée varie inversement avec la taille de même que la dépense énergétique, elle est rigoureusement proportionnelle à cette dernière.*

— *Angel Establier y Costa* et *Charles Kayser* (prés. par M. Roux). — **Analyse du mécanisme de l'hyperallantoïnurie observée après la piqûre du quatrième ventricule.**

Les résultats exposés dans cette Note permettent de nier l'existence d'un centre organo-végétatif distinct du métabolisme des purines, situé sur le plancher du quatrième ventricule.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Mme M. Phisalix* et *F. Pasteur* (par M. L E. Bouvier). — **Action des rayons ultroviolets sur le venin de Vipère aspic.**

Les rayons ultraviolets ne détruisent nullement l'*hémorragine* du venin de Vipère aspic; ils n'altèrent pas non plus la *neurotoxine*, mais ils détruisent l'*échidno-vaccin*. Aussi, les rayons ultraviolets ne peuvent-ils être utilisés à transformer le venin de vipère en vaccin.

MÉDECINE. — *Bordier* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur la chaleur dégagée par la d'Arsonvalisation diathermiq e au moyen d'électrodes spongieuses : graves inconvénients de ces électrodes.**

L'emploi d'électrodes spongieuses imbibées de solutions saline de 50 à 100 pour 1000 ne permet pas d'obtenir, en thérapeutique, des effets comparables à ceux que fournit la d'Arsonvalisation diathermique appliquée à l'aide d'électrodes métalliques souples.

— *Jean Saidman* (prés. par M. d'Arsonval). — **Un test automatique pour la sensibilité de la peau.**

Le test sensitométrique comprend une plaque mobile (pouvant être stérilisée) creusée à l'emporte-pièce de 18 orifices groupés sur deux cercles concentriques. Un mouvement d'horlogerie actionne un disque en segment de cercle qui couvre successivement les orifices.

Le test, muni en outre d'un actinomètre pour enregistrer les doses de rayonnement perçues à son niveau, se prête à de multiples applications.

— *Barrieu* et *Nemours-Auguste* (prés. par M. d'Arsonval). — **Technique et résultats du traitement de l'angine de poitrine par la radiothérapie.**

Les résultats sont immédiats : dès la première ou la seconde séance, le malade éprouve un soulagement. Ces résultats sont durables.

Tous les syndromes angineux relèvent de la radiothérapie. L'insuffisance cardiaque ne constitue pas une contre-indication à ce mode de traitement.

La radiothérapie paraît être également indiquée dans certaines arythmées extra-systoliques,dans toutes les sensations douloureuses cardiaques, les palpipations, le syndrome de cœur irritable et la tachycardie paroxystique.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *S. Metalnicov* et *V. Chorine* (prés. par M. Roux). — **Maladies bactériennes sur les chenilles de la pyrale du maïs (*Pyrausta nubilalis Hubn*).**

En ensemençant le sang des chenilles malades sur la gélose ordinaire, les auteurs ont pu obtenir les cultures de neuf espèces de microbes. Deux de ces microbes se montrèrent très pathogènes pour les chenilles de *Pyrausta* par injection, ainsi que par la contamination des chenilles *per os*. Le premier est un coccobacille qui se rapproche du *Bacterium sphigidie* et *Bacterium noctuarum* de White.

Le deuxième est un petit vibrion qui, par certaines de ses propriétés, se rapproche du *Coccobacillus acridiorum* d'Hérelle.

Les expériences de contamination des chenilles ont été faites surtout avec le premier microbe et ont donné des résultats intéresants.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *F. Picard* (prés. par M. F. Mesnil). — **Les facteurs de répartition géographique du *Plasmodium vivax* et du *Plasmodium præcox*.**

En 1918, l'auteur réfutait une opinion très répandue à ce moment, à savoir que le climat de la France était défavorable au maintien du *Plasmodium præcox* dans l'organisme humain, et que l'absence de la tierce maligne dans notre pays était la conséquence de la disparition rapide du parasite dans le sang du malade. Cette façon de voir fut fortement combattue, à l'époque. Aussi, M. Picard se déclare-t-il, aujourd'hui, particulèirement heureux de constater qu'après un intervalle de 10 ans, Roubaud, apporte une confirmation à la théorie qu'il a énoncée pour la première fois en 1918.

P. Guérin.

NOUVELLES

Académfe des Sciences. — MM. E. Picard, P. Appell, H. Sébert, P. Painlevé, G. Bigourdan, L. Lecornu, E. Branly, Ch. Moureu, O. Kœnigs, A. Rateau, P. Viala, P. Janet, P. Joubin, G. Ferrié sont réélus délégués de l'Académie au Conseil de l'Office national des recherches scientifiques et industrielles et des inventions.

— *Commission des Prix de* 1928 :

I. Mathématiques : *Prix Poncelet, Francœur.* — MM. Boussinesq, Picard, Appell, Painlevé, Lecornu, Hadamard, Goursat, Borel, Lebesgue.

II. Mécanique : *Prix Montyon, Fourneyron, Boileau, Henry de Parville.* — MM. Boussinesq, Picard, Appell, Lebert, Vieille, Lecornu, Kœnigs, Rateau, Mesnager.

III. Astronomie : *Prix Lalande, Valz, Janssen, La Caille, Fondation Antoinette Janssen.* — MM. Boussinesq, Picard, Appell, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Puiseux, Andoyer.

IV. Géographie : *Prix Delalande-Guérineau, Gay, Fondation Tchihatchef, Prix Binoux.* — MM. Guignard, Douvillé, Lallemand, Lecomte, Fournier, Bourgeois, Ferrié, Fichot, Perrier.

V. Navigation : *Prix de six mille francs, Plumey.* — MM. Boussinesq, Picard, Sebert, Vieille, Lallemand, Lecornu, Fournier, Bourgeois, Kœnigs, Rateau, Mesnager, Laubeuf, Ferrié, Fichot, Perrier.

VI. Physique : *Prix La Caze, Kastner-Boursault, Hébert, Hughes, Fondation Danton, Clément Félix.* — MM. Boussinesq, Picard, Villard, Branly, Janet, Brillouin, Perrin, Cotton, Ch. Fabry.

VII. Chimie : *Prix Montyon des Arts insalubres, Jecker, La Caze, Fondation Cahours, Prix Houzeau.*— MM. Schlœsing, Le Chatelier, Moureu, Lindet, Béhal, Urbain, Bertrand, Desgrez, Mafignon.

VIII. Minéralogie et Géologie : *Prix Victor Raulin, James Hall.* — MM. Lacroix, Barrois, Douvillé, Wallerant, Termier, de Launay, Depéret, Joubin, Cayeux.

IX. Botanique : *Prix Desmazières, Montagne, de la Fons Mélicoq, de Coincy.* — MM. Guignard, Bouvier, Lacroix, Mangin, Costantin, Lecomte, Dangeard, Bertrand, Molliard.

X. Anatomie et Zoologie : *Prix Cuvier, Fondation Savigny, Prix Jean Thore.* — MM. d'Arsonval, Bouvier, A. Lacroix, Douvillé, Marchal, Joubin, Mesnil, Gravier, N...

XI. — Médecine et Chirurgie : *Prix Montyon, Barbier, Bréant, Godard, Mége, Bellion, Larrey, Charles Meyer.* — M. d'Arsonval, Guignard, Roux, Branly, Richet, Quénu, Widal, Bazy, Mesnil, Vincent, Calmette.

XII. Physiologie : *Prix Montyon, La Caze, Pourat, Martin-Damourette, Philipeaux.* — MM. d'Arsonval, Roux, Mangin, Richet, Quénu, Widal, Mesnil.

XIII. *Fonds Charles Bouchard.* — MM. d'Arsonval, Guignard, Roux, Mangin, Branly, Richet, Quénu, Widal, Bazy, Mesnil, Vincent, Calmette.

XIV. Statistique : *Prix Montyon.* — MM. Boussinesq, Picard, Appell, Lecornu, Lecomte, Borel, d'Ocagne.

XV. Histoire et Philosophie des Sciences : *Prix Binoux.* — M. Boussinesq, Picard, Appell, Bouvier, Bigourdan, de Launay, Richet.

XVI. Ouvrages de sciences : *Prix Henri de Parville.* — MM. Picard, Appell, Lacroix, Hamy, Mangin, Moureu, Janet.

XVII. *Médailles Arago, Lavoisier, Berthelot, Henri Poincaré.* — MM. Hamy, Mangin, Picard, Lacroix.

XVIII. *Prix Gustave Roux, Thorlet, Fondations Lannelongue, Trémont, Gegner, Hirn, Henri Becquerel, Mme Victor Noury.* — M. Hamy, Mangin, Appell, Guignard, Picard, Lacroix.

XIX. *Prix fondé par l'Etat (Grand prix des Sciences mathématiques).* — M. Boussinesq, Picard, Appell, Painlevé, Lecornu, Hadamard, Goursat.

XX. *Prix Bordin.* — MM. Guignard, Roux, Bouvier, Schlœsing, Laeroix, Douvillé, Joubin.

XXI. *Prix Lallemand.* — MM. d'Arsonval, Bouvier, Marchal, Richet, Joubin, Mesnil, Gravier.

XXII. *Prix Vaillant.* — MM. Boussinesq, Picard, Hamy, Villard, Branly, Kœnigs, Borel.

XXIII. *Prix Estrade-Delcros.* — MM. Guignard, Roux, Lacroix, Douvillé, Le Châtelier, Termier, Mesnil.

XXIV. — *Prix Houllevigne.* — MM. Guignard, Roux, Bouvier, Lacroix, Ternier, Lecomte, Joubin.

XXV. *Prix Saintour.* — MM. Guignard, Roux, Bouvier, Lacroix, Termier, Marchal, Mesnil.

XXVI. *Prix Lonchampt.* — MM. Guignard, Roux, Lacroix, Mangin, Richet, Leclainche, Bertrand.

XXVII. *Prix Wilde.* — M. Boussinesq, Picard, Guignard, Lacroix, Bigourdan, Kœnigs, Borel.

XXVIII. *Prix Caméré.* — MM. Vieille, Le Chatelier, Lecornu, Kœnigs, Rateau, Mesnager, d'Ocagne.

XXIX. *Prix Albert Ier de Monaco.* MM. Hamy, Mangin, Picard, Lacroix et sept membres qui seront désignés ultérieurement.

XXX. *Prix Helbronner-Fould.* — M. Hamy, Mangin, Picard, Lacroix, Blondel, Foch, Janet, Breton, d'Ocagne, de Broglie, Desgrez, Séjourné, Charcot, Helbronner.

XXXI. *Fondation Jérôme Ponti.* — MM. d'Arsonval, Guignard, Bouvier, Lacroix, Bigourdan, Le Chatelier, Joubin.

XXXII. *Fondation Le Chatelier.* — MM. Le Chatelier, Rateau, Charpy, Lumière, Laubeuf, Claude, Guillet.

XXXIII. *Fondation Roy-Vaucouloux.* — MM. Roux, Richet, Quénu, Bazy, Joubin, Mesnil, Vincent.

— L'Institut de France est autorisé à accepter le legs de 20.000 francs fait par M. Jean Cesconi aux laboratoires, étant entendu que ce legs sera affecté à l'Académie des Sciences.

Académie d'Agriculture. — Ont été élus membres titulaires : M. le Comte de Nicolay, Président du Comité des Forêts, dans la Section de Sylviculture, M. Piettre, dans

la Section d'Economie des animaux, M. V. Boret, député, dans la Section des Cultures spéciales.

Observatoire de Paris. — Une place d'astronome titulaire est déclarée vacante. Un délai d'un mois, à partir du 4 mars 1928 est accordé aux candidats pour produire leurs titres.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — Les titres des chaires ci-après désignées sont modifiées ainsi qu'il suit :

Ancien titre	Nouveau titre
Géologie appliquée et géologie régionale.	Géologie structurale et géologie appliquée.
Géographie physique.	Géographie physique et géologie dynamique.

— *Soutenance de thèse.* — M. Boins a soutenu le 6 mars une thèse pour le doctorat ès-sciences sur le sujet suivant : « *Recherches sur les carbures alléniques.*

— *Faculté de Médecine.* — Il est créé une chaire de Clinique de la Tuberculose (Fondation du département de la Seine, chaire d'Université).

M. Bernard, Professeur d'Hygiène et de Médecine préventive, est nommé titulaire de la nouvelle chaire.

Muséum national d'Histoire naturelle. — M. le Dr Rivet est nommé Professeur titulaire de la chaire d'anthropologie, en remplacement de M. le Dr Verneau, admis à la retraite.

— Pêches et productions coloniales d'origine animale. — M. A. Gruvel, Professeur, ouvrira son cours le lundi 26 mars 1928 à 17 h. 15 dans l'Amphithéâtre Cuvier et le continuera à la même heure, les lundi et jeudi de chaque semaine.

Le Professeur étudiera : les Ecailles, les Nacres, les Perles, les Coraux, les Eponges (Projections fixes et vues cinématographiques).

— Botanique. — M. Mangin, Membre de l'Institut, Professeur. — M. Allorge, sous-directeur du Laboratoire de Cryptogamie a commencé le 16 mars à 10 heures une série de leçons sur la Biologie des eaux thermales.

Ces leçons ont lieu les lundis et vendredis, à 10 heures dans l'Amphithéâtre de la Galerie de Minéralogie.

Ecole Polytechnique. — Les conditions d'admission à l'Ecole Polytechnique sont modifiées comme suit :

L'article 4 du décret du 13 mars 1894, modifié le 16 septembre 1925, est abrogé et remplacé par le suivant :

Art. 4. — Chaque année, avant le 31 décembre, le ministre de la guerre détermine l'effectif normal des élèves à admettre à l'école au concours de l'année suivante.

Il peut décider qu'en plus de l'effectif normal, et jusqu'à concurrence de la moitié au plus de cet effectif, seront admis en surnombre des élèves ayant obtenu un nombre de points égal ou supérieur à un minimum fixé annuellement par le jury, reconnus aptes au service armé et qui contracteraient l'engagement :

1° D'inscrire, sur la liste des services demandés par eux, conformément à l'article 53 du présent décret, tous les services offerts, en leur assignant simplement un ordre de préférence;

2° D'accomplir, dans celui de ces services qui leur sera attribué, d'après leur rang de sortie, six années au moins de service effectif après leur sortie de l'Ecole Polytechnique.

Les élèves nommés au titre de l'effectif normal, démissionnaires avant la date fixée pour l'entrée à l'école, ne seront pas remplacés dans cet effectif normal. Par contre, l'effectif des candidats susceptibles d'être admis en surnombre dans les conditions qui viennent d'être indiquées sera majoré d'autant.

L'article 13 du décret du 13 mars 1894 est abrogé est remplacé par le suivant :

Art. 13. — Le ministre nomme les élèves de l'Ecole Polytechnique, suivant l'ordre de la liste dressée par le jury, les candidats qui remplissent les conditions spécifiées à l'article 10, jusqu'au numéro de classement correspondant au nombre des candidats qui, aux termes de l'article 4, sont admis au titre de l'effectif normal.

L'arrêté de nomination est publié au *Journal officiel*, ainsi que la liste des candidats susceptibles, en raison du nombre de points obtenus, d'être admis en surnombre.

Seront nommés en surnombre les élèves de l'Ecole dans l'ordre de classement, et dans les limites fixées au deuxième alinéa de l'article 4, ceux de ces candidats qui concouraient après la limite d'âge normale, dans les conditions fixées par le décret du 3 mars 1923, et ceux qui, ayant concouru dans les limites d'âge normales, auront avant l'expiration d'un délai imparti, justifié de leur aptitude au service armé et fait connaître leur intention de contracteur l'engagement prévu à l'article 4 ci-dessus.

L'article 53 du décret du 13 mars 1894 est abrogé et remplacé par le suivant :

« Les élèves de deuxième année admis au titre de l'effectif normal déclarent, avant le commencement des examens de sortie, quels sont, parmi les services publics mis à la disposition des élèves sortants, ceux qu'ils désirent obtenir, en indiquant l'ordre de leur préférence.

« Ceux qui, ayant été admis en surnombre et dans les conditions d'âge normales, n'inscriront pas sur leur déclaration tous les services offerts, seront traduits devant le conseil de discipline de l'Ecole avant les examens de sortie. Ils seront admis à présenter leur justification. Le conseil, statuant dans les formes prescrites aux articles 45 et 46, proposera au ministre leur exclusion immédiate, à moins qu'il n'ait reconnu, à la majorité absolue des voix, que ces élèves étaient dans l'impossibilité complète d'occuper les emplois non inscrits sur leur déclaration.

« Les élèves ainsi exclus seront en outre astreints à rembourser au Trésor le montant intégral de la dépense effectivement supportée par l'Etat pour leur entretien et leur instruction à l'Ecole Polytechnique.

« Les élèves servant dans les services publics en vertu de l'engagement prévu à l'article 4, ne pourront, jusqu'à l'expiration de leur contrat, être placés dans une situation ne comportant pas un service effectif, si ce n'est pour raison de santé dûment justifiée. Pendant la même période, leur démission ne pourrait être acceptée en aucun cas, et ceux qui viendraient à quitter leur service malgré le refus d'acceptation de leur démission seront astreints à rembourser au Trésor l'intégralité de la dépense effectivement supportée par l'Etat pour leur entretien et leur instruction à l'Ecole Polytechnique, et pour leur instruction à l'Ecole d'application.

— Le *Journal officiel* du 12 mars publie une *Instruction relative au Concours d'admission à l'Ecole Polytechnique en* 1928 (pages 2760 à 2768).

Le *Journal officiel* du 14 mars publie (page 2812) un rectificatif à ladite Instruction.

Ecole centrale des Arts et Manufactures. — Un emploi de répétiteur du cours de thermodynamique générale est vacant. Les candidats devront adresser leur demande, accompagnée de leurs titres, au Directeur de l'Ecole, 1, rue Montgolfier, Paris, 3e, dans le délai de deux mois à compter du 6 mars 1928.

Université de Lille. — *Faculté des Sciences.* — La chaire de Chimie organique est transformée en chaire de Chimie physique et organique. M. Paniselle, Professeur de Chimie physique est nommé titulaire de la chaire transformée.

La chaire de Chimie physique est transformée en chaire de Chimie analytique. M. Journaux, Maître de Conférences de Chimie appliquée à l'industrie et à l'agricultue est nommé Profeseur de chimie analytique.

— *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — M. Debeyre, Agrégé, est nommé Professeur d'Histologie, en remplacement de M. Laguesse.

Université de Toulouse. — *Faculté des Sciences.* — M. Mengaud, Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Bordeaux est nommé en cette qualité à la Faculté des Sciences de Toulouse en remplacement de M. Jacob.

Université d'Alger. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — Le titre de Professeur sans chaire est conféré à M. Sévenet, Agrégé.

Ecole de plein exercice de Médecine et de Pharmacie de Nantes. — Un concours s'ouvrira le lundi 15 octobre 1928, devant la Faculté de Médecine de Paris, pour un emploi de Professeur suppléant d'Anatomie de Physiologie et d'Histologie à l'Ecole de plein exercice de Nantes.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

Ecole nationale d'Agriculture de Grignon. — Un concours sur titres et sur épreuve sera ouvert, le lundi 16 juillet 1928, à l'Institut national Agronomique, pour la nomination d'un Professeur de Chimie agricole à l'Ecole nationale d'Agriculture de Grignon.

Le programme de ce concours et les conditions d'inscription seront fixés ultérieurement par arrêté ministériel, et avis en sera publié au *Journal officiel.* L. F.

Nécrologie

M. Léon Guignard 1852-1928. — M. Léon Guignard, membre de l'Académie des Sciences et de l'Académie de Médecine, Doyen honoraire de la Faculté de Pharmacie de Paris, Commandeur de la Légion d'Honneur, vient de mourir.

Le Professeur Guignard était né le 13 avril 1852 à Montsous-Vaudrey (Jura). Il fut d'abord Professeur de botanique à la Faculté des Sciences de Lyon, puis Professeur à la Faculté (alors Ecole) de Pharmacie de Paris, dont, en 1900, il devint le Directeur.

En 1895, il succédait à Duchartre, comme membre de l'Académie des Sciences, dans la Section de Botanique. En 1897, il fut élu membre de l'Académie de Médecine. En 1919, il était appelé à présider l'Académie des Sciences.

Les travaux du Professeur Guignard ont porté sur la botanique et plus particulièrement sur la micrographie et la microchimie des plantes. L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Les mesures des températurès courantes, par W. Dériaz. In-12 de 148 pages avec 23 figures. Librairie Polytechnique, Ch. Béranger, Paris et Liège.

La mesure des températures intervient dans toutes les recherches scientifiques, dans un grand nombre d'opérations industrielles, et même dans la vie courante. Mais cette mesure, pour fournir des résultats comparables, nécessite quelques précautions. Dans les mesures de températures courantes, et même dans les mesures industrielles, les erreurs commises dues à la manière d'utiliser les thermomètres sont souvent considérables.

On trouvera, dans le petit livre de M. Dériaz, l'exposé des notions générales concernant la chaleur, les dilatations et la thermométrie, la construction et la graduation des thermomètres, la manière d'opérer pour mesurer correctement la température du corps humain, celle des solides, celle des liquides et celle des gaz; il termine par la description de quelques dispositifs thermoscopiques utilisables pour certaines applications (avertisseurs d'incendie, régulateurs de température, hygromètres, etc.). A. Bc.

Le Monde vivant. Histoire naturelle illustrée. Tome Ier. Introduction. La vie de la Terre. L'Homme et les Races humaines. Les Mammifères, par M. Henri Coutières, Professeur à la Faculté de Pharmacie de l'Université de Paris, Membre de l'Académie de Médecine. Préface de M. L. Guignard, Membre de l'Institut. In-8° de 320 pages avec nombreuses figures dans le texte, 51 planches hors-texte dont 44 en couleurs. Société des Atlas pittoresques, 107 boul. Magenta, Paris Xe. — Prix de l'ouvrage complet, pour les souscripteurs : 600 fr. L'ouvrage comprendra cinq volumes livrables au fur et à mesure de leur achèvement. Paiement : 30 fr. par mois.

La belle publication entreprise par le Professeur Coutière témoigne, dés l'apparition de ce premier volume, de la grande érudition de l'auteur et de son talent d'écrivain.

Le *Monde vivant* constituera, lorsque ses cinq volumes seront parus, une véritable encyclopédie, ouvre de haute vulgarisation, mise au courant des plus récentes découvertes.

M. Coutière a placé, en tête de son ouvrage, une substantielle Introduction dans laquelle il montre ce qu'est la Vie, ce qu'est la matière vivante dont il définit les propriétés à l'aide d'exemples simples mais précis.

Après avoir, dans un premier chapitre, très documenté, d'une lecture extrêmement attrayante, montré ce qu'est la Vie de la Terre, il aborde l'étude de l'Homme et des races humaines, problème particulièrement délicat, puisque, en ce qui concerne les origines, la paléontologie humaine est une science encore très jeune, ne possédant en somme qu'un petit nombre de documents, et que, d'autre part l'anthropologie, malgré les progrès réalisés depuis un demi-siècle, se trouve aux prises avec les problèmes les plus complexes, quant à l'étude des races. L'analyse seule du peu que nous savons sur ce sujet présentait de grosses difficultés que le Professeur Coutière a surmonté aisément. Son exposé de la distribution géographique des races humaines, par continent, est particulièrement intéressant.

Le troisième chapitre est consacré aux Mammifères. L'auteur en définit d'abord les caractères anatomiques, physiologiques et embryogéniques : il est là dans son domaine et la clarté de son exposition font apparaître comme très simples les questions les plus complexes. Il étudie successivement les Primates, les Insectivores et les Chéiroptères, les Carnivores et les Pinnipèdes, les Rongeurs, les Ongulés, les Siréniens, les Cétacés, les Edentés, les Marsupiaux et les Monotrèmes.

L'ouvrage est illustré d'un nombre considérable de figures, de cinquante magnifiques planches hors-texte dont quarante-quatre en couleur. Un frontispice donne les portraits des six grands naturalistes : Linné, Buffon, Lamark, Cuvier, Etienne Geoffroy, Saint-Hilaire et Darwin.

Dans sa Préface, le très regretté Professeur Guignard a dit notamment : « Faire tenir en cinq volumes l'histoire du monde vivant est une entreprise difficile, que je n'au-

rais pour ma part jamais envisagée sans quelque effroi. Je suis heureux de dire, sans restriction aucune que l'auteur l'a remplie de façon aussi agréable qu'originale. Ce ne sera pas une surprise pour ceux qui connaissent son enseignement; Coutière est un enchanteur, qui sait retenir, sur les sujets les plus ardus un auditoire attentif et charmé.Il écrit aussi bien qu'il parle et pense aussi bien qu'il écrit. Son autorité scientifique est reconnue des spécialistes. Pour ceux qui ne connaissent ni l'un ni l'autre de ces aspects, le *Monde vivant* leur montrera bien vite que le style c'est l'homme même... »

Quel plus bel éloge peut-on faire de l'auteur et de l'ouvrage, éloge mérité qui a d'autant plus de valeur qu'il émane d'un savant dont l'autorité scientifique était universellement reconnue.

Il serait injuste de terminer ce trop bref compte rendu sans féliciter la *Société des Atlas Pittoresques* du soin qu'elle a apporté à l'exécution de cet ouvrage tant au point de vue de la typographie qu'à celui des illustrations.

L. FRANCHET.

Chemical annual de VAN NOSTRAND, publié par JOHN C. OLSEN, Professeur de Chimie Industrielle de l'Institut Polytechnique de Brooklyn (New-York). *Sixième édition.* Un vol. 13 × 19 de 882 pages, reliure souple; Chapman and Hall Ltd, éditeurs, Londres. — Prix : 21 sh.

Cet ouvrage est certainement un des meilleurs « Memento du chimiste » de langue anglaise et il constitue un complément des plus utiles à l'ouvrage français correspondant. L'un et l'autre se complètent mutuellement, d'autant mieux que le memento américain est édité plus fréquemment et se trouve par cela même renfermer, sur bien des points, des renseignements qui n'ont encore pu trouver place dans le guide français.

Dans cette sixième édition toutes les tables ont été revues et corrigées ou enrichies de nouvelles données. Tous les poids moléculaires ont été recalculés d'après les poids atomiques de la liste officielle de 1925. De nouveaux tableaux ont été ajoutés concernant les isotopes, les concentrations en ions H, la densité spécifique et les solubilités, les points isoélectriques des protéines,la pression de la vapeur d'eau des systèmes de sels hydratés, les propriétés physiques du plomb et du mercure, etc. Quelques tables très anciennes ont été éliminées. La liste des nouveaux livres a été révisée et substituée à la vieille bibliographie. En un mot rien n'a été négligé pour maintenir le Memento au courant des plus récents progrès de la Chimie, de la Physique et de la Physico-Chimie. Comme toujours, il est remarquablement bien édité; son impression très soignée et la bonne disposition des tableaux en font un ouvrage très commode à consulter que,sans aucun doute, les chimistes de nos laboratoires apprécieront aussi favorablement que son homologue français. A. B.

Anatomie comparée du cerveau, par R. ANTHONY. In-8° de 372 pages, avec 234 figures en noir et en couleurs. Gaston Doin et Cie éditeurs, Paris. — Prix : 70 fr.

Depuis plus de vingt ans, M. R. Anthony consacre une grande partie de ses recherches à l'étude du cerveau; il en a exposé les principaux résultats au fur et à mesure de leur acquisition dans de nombreux mémoires et dans ses cours du Muséum et de l'Ecole d'Anthropologie. Ses auditeurs et de nombreux savants de tous les pays lui demandaient depuis longtemps un résumé de ses leçons qui leur permît de retrouver facilement ses travaux épars dans différentes publications; c'est cet ouvrage que l'auteur nous apporte aujourd'hui.

Original, ce livre l'est par ses sources puisqu'il a pour base principale des recherches personnelles; il l'est aussi par son plan, supposant en effet connues les descriptions classiques, l'auteur traite d'abord de la forme d'ensemble de l'encéphale et des rapports du poids du cerveau et de l'intelligence pour s'attacher ensuite à faire comprendre la morphologie du cerveau humain; ce dernier problème fait l'objet de plusieurs chapitres, grâce à ses travaux avec M. de Santa Maria et à ceux d'Elliot Smith, l'auteur est parvenu à relier la topographie des circonvolutions de l'homme et des singes à celle des autres Mammifères et à donner ainsi une interprétation du cerveau humain destinée à devenir rapidement classique.

Original, cet ouvrage l'est encore par son illustration, les 234 figures qu'il contient ont été pour la plupart établies d'après des dissections dont la collection de cerveaux, unique au monde, du laboratoire d'anatomie comparée du Muséum a fourni les matériaux. Original enfin, il l'est dans sa conclusion ; loin de clore son livre par des affirmations catégoriques, l'auteur attire l'attention sur les lacunes qu'il contient, « il m'a toujours semblé, dit-il, que le plus mauvais livre était celui qui essayait de donner l'illusion d'une œuvre définitive »; appelant ainsi de nouvelles recherches, il fait véritablement œuvre de maître. F. COUPIN.

The anthocyanin pigments of plants, par MURIEL WHELDALE ONSLOW de Newnham College de Cambridge. *Deuxième édition.* In-8° relié de 314 pages. Cambridge University Press. Fetter Lane. London E. C. 4. — Prix : 21 sh

Il est regrettable que tous les points de la biochimie ne soient pas traités un à un; dans des volumes séparés, avec le soin, la clarté et la précision qui caractérisent cette excellente monographie des pigments anthocyaniques. Depuis l'apparition de la première édition neuf ans seulement se sont écoulés et, bien qu'il s'agisse d'un sujet assez spécial, depuis assez longtemps déjà une nouvelle édition était devenue nécessaire. Les faits nouveaux qui ont été découverts depuis 1916, sont d'ailleurs importants et nombreux, non seulement au point de vue biochimique proprement dit, mais également à l'égard des travaux sur la Génétique.

Telle qu'elle est actuellement, cette remarquable étude constitue un tableau exact de l'état actuel des connaissances que nous possédons sur les anthocyanes, au moins en ce qui concerne les travaux publiés, jusqu'en 1926, sur cette importante question. Tous les chimistes et biologistes qui voudront entreprendre des recherches sur les pigments des fleurs et des fruits ne pourront se passer de cette précieuse source de renseignements dans laquelle l'index bibliographiqu de 879 travaux n'est certes pas la partie la moins importante.

A. B.

La Psychologie comparée, par Marie GOLDSMITH. docteur ès sciences, préparateur au Laboratoire de Zoologie de la Sorbonne. In-16 de 354 pages de la Bibliothèque des sciences contemporaines. Alfred Costes, éditeur. Paris.

Excellente mise au point de nos connaissances actuelles concernant le psychisme des animaux. Exposé clair, succinct, objectif des recherches expérimentales poursuivies surtout en Amérique par Loeb, Jennings et les Behavioristes. Conclusions sages et modestes, comme il convient dans l'état actuel de cette science si jeune encore. On regrette seulement l'absence d'une Bibliographie, même sommaire, et qu'il ne soit pas fait mention des remarquables expériences de Kœhler sur les Singes. R. T.

Le Gérant : M. HÉDAN.

Imp. P. et A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 7 — 66e ANNÉE — 14 AVRIL 1928

LES GRANDS PROBLÈMES COLONIAUX (1)

par Georges HARDY
Directeur de l'Ecole coloniale

Le premier devoir des nations colonisatrices, — le plus pressant assurément, c'est *l'amélioration matérielle de la vie indigène*, — ce qu'on traduit quelquefois pour l'Afrique par cette formule un peu triviale, mais énergique et pleine de sens : faire du nègre.

La plupart des populations coloniales sont sous-alimentées ; leur nourriture est presque exclusivement végétarienne, elle est surtout insuffisante en quantité et fort irrégulière ; il y a quelquefois de courtes périodes de bombance, mais aussi de longues et fréquentes périodes de disette, voire de vraies famines, que nous avons, en Europe, peine à imaginer. D'où cela vient-il?

D'abord de l'insécurité ou plutôt des habitudes d'insécurité passées dans les mœurs. Au Sénégal et au Soudan, les noirs, essentiellement cultivateurs, ont vécu pendant des siècles sous la menace constante des nomades, Maures ou Touareg ; au Tonkin, c'étaient les « pirates », qui s'abattaient sur les cultivateurs de rizières ; au Cambodge, les entreprises belliqueuses des deux voisins, Siam et Annam, prenaient le pays comme dans un étau et paralysaient tout effort ; au Maroc, c'étaient des luttes de tribu à tribu et, tout récemment encore, la terreur répandue par un bandit chef de bandits, Abd-el-Krim. De là, des cultures et des récoltes hâtives et limitées, un effort intermittent et réduit.

Le remède, ici, apparaît nettement : c'est la pacification, c'est l'exercice d'une police vigilante et sans pitié. La sécurité, la paix : voilà la première obligation de notre installation et la condition de tout le reste. On l'oublie trop souvent en France, on s'y montre trop volontiers indulgent pour les pêcheurs en eau trouble, pour les soi-disant champions de l'indépendance indigène.

Elle vient aussi, cette misère, de l'insuffisance des terres cultivées. Un peu partout, l'indigène ne cultive qu'une partie des terres dont il dispose et laisse le reste en friche. Même dans les parties cultivées, le sol est incomplètement défriché : au Maroc, par exemple, la charrue du paysan indigène tourne autour des dures touffes de palmier-nain, dont les racines sont très développées ; en Afrique tropicale, en Indochine, à Madagascar, on se contente, pour débrousser, d'incendier la forêt, et l'on devine les conséquences de ce défrichement tout en surface : survivance des racines, et surtout ruine inutile et excessive de la forêt, usure du sol végétal, érosion brutale des eaux sauvages, progrès de la sécheresse, etc. Ailleurs, d'immenses régions marécageuses restent incultes ; ailleurs encore, des steppes, qui pourraient souvent être irriguées, fournissent tout juste une herbe maigre aux troupeaux transhumants.

Faut-il accuser la paresse de l'indigène? C'est ce qu'on fait en général, mais ce n'est pas très

(1) Extrait d'une Conférence donnée au Conservatoire des Arts et Métiers le 12 février 1928. — Sous ce même titre, M. Georges Hardy fera paraître un ouvrage dans la collection Armand Colin à la fin de la présente année.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

juste. Dans beaucoup de régions, il est vraiment laborieux, très attaché à la terre. Mais il ne peut fournir un effort comparable au nôtre, et il y a là un cercle vicieux : il s'alimente mal parce qu'il cultive peu, et il cultive peu parce qu'il est mal nourri et qu'il n'a pas de forces. Demandez-vous ce que vous feriez de votre journée, si, pour vous soutenir, vous aviez tout juste quelques tasses de thé et une galette d'orge ou une poignée de riz.

Et puis, le cultivateur indigène est ignorant, il emploie des outils et des procédés rudimentaires, et cela encore n'est pas tout à fait de sa faute.

Le remède, c'est l'application de nos moyens modernes, qui permettent de défricher profondément et sans sacrifices inutiles, d'assécher les marécages, d'irriguer largement les régions sèches, quand on peut trouver des réserves d'eau, de transformer par le procédé du *dry farming* de grands pays incultes.

C'est aussi d'encourager par des primes le défrichement, l'assèchement, l'irrigation, l'emploi des machines aratoires, les cultures nouvelles. C'est surtout d'organiser la vulgarisation agricole, c'est-à-dire d'enseigner aux indigènes nos procédés à nous. Tâche longue et difficile, qui se heurte à toutes sortes de résistances et qui se sert de mille moyens : enseignement pratique de l'agriculture dans les écoles indigènes, conférences toutes simples aux adultes, organisation de fermes-écoles rudimentaires et spécialisées, où les cultivateurs viennent passer quelques semaines et s'initier, par exemple, au labourage européen, au dressage des bœufs, à la récolte du caoutchouc, aux procédés courants d'élevage, etc., organisation de concours agricoles adaptés au pays, propagande incessante par des agents de culture européens et indigènes.

Une autre cause de misère, c'est l'imprévoyance, qui, chez certaines population coloniales, est vraiment magnifique. Il faut donc habituer les indigènes à prévoir, entreprendre toute une éducation de la prévoyance, faire de ces cigales des fourmis, et ce n'est pas commode. On les oblige, en général, à constituer des greniers de réserve pour la consommation et pour les semences ; surtout, on crée un peu partout des sociétés indigènes de prévoyance, de secours et de prêts mutuels. Le gouvernement avance les premiers capitaux, sans intérêt et sous réserve d'un remboursement progressif, et ces capitaux sont consacrés à des prêts, à des secours en cas de maladie ou de mauvaise récolte, à des achats en commun de semences, d'animaux reproducteurs, de machines agricoles, etc. Bien entendu, l'administration surveille de très près le fonctionnement de ces sociétés, mais on n'imagine pas les services qu'elles rendent : l'an dernier, par exemple, dans la région de Marrakech, à la suite d'une saison particulièrement pauvre en pluies, elles ont pu, du jour au lendemain, mettre plusieurs millions à la disposition des cultivateurs indigènes, et la région a été sauvée de la famine et de la ruine.

Et voici, enfin, une autre cause de misère, qui soulève une très grave question : c'est, au moins dans certaines colonies, l'insuffisance de travail de l'indigène. J'ai indiqué déjà, à ce propos, qu'on pouvait, qu'on devait plaider les circonstances atténuantes : notamment, la sous-alimentation, le manque de confiance dans l'avenir, la résignation traditionnelle ; ajoutons-y le climat, qui n'est pas, comme on dit, énergétique, qui invite aux longues siestes.

Comment faire ? Il y a bien l'éducation progressive par l'école, assurément ; il y a encore les bons conseils de l'administration et l'exemple des colons européens. Mais il ne faut pas se faire trop d'illusions sur l'efficacité et la rapidité de ces moyens-là ; il faut en user, certes, et ils produiront à la longue un effet certain ; mais en attendant ?

En attendant, bien des coloniaux, même et surtout parmi les plus indigénophiles, proposent de recourir à ce qu'on appelle « le travail forcé ». Il est vrai que l'expression n'est pas jolie, mais il convient de noter qu'elle ne correspond pas au fond de la doctrine. Il ne s'agit pas ici d'un rétablissement plus ou moins déguisé de l'esclavage ; il s'agit seulement d'obliger les indigènes à mettre en culture une étendue de terrain donnée pour des produits déterminés (le coton par exemple) et de rétribuer ces produits au cours normal.

Le système n'est pas nouveau. Il a été méthodiquement appliqué par les Hollandais aux Iles de la Sonde, dans certaines parties de l'Afrique anglaise et belge, et même chez nous, en Côte d'Ivoire.

Quand il est manié avec mesure, avec intelligence, avec humanité, et surtout avec une suite parfaite dans les idées, il donne des résultats étonnants. Il sauve tout de suite les indigènes de la misère, il leur crée des besoins et en fin de compte il les accoutume insensiblement à l'effort régulier et au travail volontaire.

C'est donc seulement cette expression de travail forcé qui est fâcheuse. Travail organisé serait déjà mieux. Quant au fait lui-même, et en dehors même des bienfaits qu'il vaut aux indigènes, est-il si choquant ? Et ne vivons-nous pas réellement sous un régime de travail forcé ? Sommes-nous libres de ne rien faire ? Assurément non ; nous sommes pris dans un engrenage plus ou moins apparent, mais nous sommes pris, et bien pris, et c'est à cela que nous devons, après tout, ce qu'il y a de meilleur dans notre vie.

*
* *

Tout ce que je viens d'indiquer constitue ce

qu'on pourrait appeler « une politique de l'alimentation ». Or, cette politique de l'alimentation, pour améliorer la vie matérielle de l'indigène, doit se doubler d'une autre politique, non moins importante : la politique de l'hygiène.

Dans la plupart des colonies — c'est un fait profondément attristant, mais c'est un fait —, le nombre des enfants morts-nés est considérable, et les enfants en bas-âge meurent comme des mouches. Cela tient aux rudes besognes qui sont généralement imposées aux femmes et à la malpropreté, au manque d'hygiène, à la mauvaise alimentation, en somme, à la misère et à l'ignorance du milieu combinées.

Les adultes ne sont pas plus épargnés : ils sont minés par le paludisme, affaiblis par la transmission héréditaire de terribles tares physiologiques, décimés par des maladies contagieuses véritablement effrayantes, comme la maladie du sommeil, la lèpre, la tuberculose, enfin, fauchées à peu près périodiquement par de grandes épidémies comme la variole, le choléra, le typhus, la peste, etc. Et je passe de moindres maux, pourtant bien affligeants encore : les ophtalmies, par exemple, qui font pulluler les aveugles dans tous les milieux indigènes.

Contre cette coalition de fléaux, la science européenne est loin d'être désarmée. L'application des méthodes pastoriennes en particulier a permis, sinon d'en assurer la guérison, du moins d'en limiter les ravages, d'en arrêter la propagation. Et l'on voit, dès maintenant, à peu près clair dans le programme d'hygiène qu'il conviendrait d'établir. Je me contenterai de citer, parmi les mesures qui s'imposent et qu'on a commencé d'appliquer :

l'assainissement des habitations et des groupements ;

l'isolement des malades et des suspects par l'organisation de lazarets, par des cordons sanitaires en cas d'épidémie ;

le déplacement des villages mal situés et la constitution de villages de ségrégation ;

la création d'infirmeries, d'hôpitaux indigènes et de dispensaires pour les traitements et les consultations ;

la création de maternités indigènes et de gouttes de lait dans les villes ;

les tournées de vaccination dans l'intérieur des régions ;

les tournées médicales confiées, au Maroc, par exemple, à ce que le maréchal Lyautey a appelé les « groupes sanitaires mobiles » : un ou plusieurs médecins, avec leurs infirmiers, leur matériel, leurs médicaments, circulant de village en village ;

enfin, les soins à l'école même et la propagande d'hygiène par l'école.

Mais n'oublions pas que tout cela, qui est très beau, reste pour une bonne part théorique. Car toutes sortes de difficultés s'opposent à une application vraiment large de ces mesures diverses.

Avant tout, les préjugés du milieu. Les indigènes ont leurs médecins, qui le plus souvent sont en même temps des prêtres des religions locales, ou des sorciers très redoutés, et qui luttent de toutes leurs forces, de tout leur prestige, qui est grand, contre la concurrence de la médecine européenne.

On devine aussi combien il est ennuyeux pour ces pauvres gens de voir incendier leurs cases en temps d'épidémie, d'être obligés de déplacer leurs villages, d'être arrêtés dans leur besoin de circulation par des cordons sanitaires. Ils ne voient en tout cela qu'inutiles tracasseries, mauvais prétextes à tyrannies et vengeances, et ils essaient de s'y dérober de toutes les façons.

Mais ce qui paraît dominer toute la question, ce sont les difficultés de personnel. Le médecin européen coûte cher, et le client indigène ne paie pas : c'est le gouvernement colonial qui fait tous les frais, et ses ressources sont limitées. De sorte que, presque partout, le nombre des médecins européens reste nettement insuffisant.

Pour combler ces vides, on a songé à recruter sur place, parmi les jeunes indigènes instruits, non point — au moins jusqu'à nouvel ordre — des docteurs en médecine, mais des sortes d'infirmiers supérieurs, des aides-médecins, ou, si l'on veux encore, des médecins de seconde zone. Et c'est ainsi qu'on a fondé des écoles de médecine indigène à Hanoï, à Tananarive, à Dakar. Mais, ici encore, bien des difficultés : il a été, il est encore extrêmement malaisé de mesurer exactement, de doser, pour cette formation des médecins indigènes, la part qu'il faut faire à la théorie, à la culture scientifique, et la part de la pratique, de l'empirisme : si l'on exagère la part de la science, on aboutit généralement à former de petits pédants qui se croient des lumières et qui sont aussi dangereux qu'insupportables ; si l'on se contente d'une formation toute pratique, on ne produit que des rebouteux, pas toujours aussi adroits que les vieux rebouteux traditionnels. Dans tous les cas, on doit craindre la demi-culture et les prétentions de ces jeunes Esculapes : beaucoup d'entre eux, par exemple, sont trop audacieux, ouvrent les ventres pour un oui ou pour un non ; beaucoup aussi n'ont pas encore une moralité assez solide pour exercer une profession aussi délicate.

Ce qu'il faut du moins retenir, c'est ce fait qu'on ne peut se passer d'auxiliaires indigènes, si l'on veut sauver les populations coloniales du dépérissement : il est donc nécessaire de persévérer dans cette voie, sans trop s'alarmer des difficultés inséparables d'une période de mise en train. Et ce qu'il faut retenir d'autre part, c'est que, dans ce personnel médical un peu improvisé, il y a déjà, en majorité peut-être,

de braves garçons d'un admirable dévouement et même des praticiens d'une réelle habileté. Ce n'est donc nullement une faillite, loin de là, et j'en dirai autant des sages-femmes indigènes, qui ne sont pas moins indispensables et qu'on commence à former un peu partout.

Cette double politique de l'alimentation et de l'hygiène comporte, on le voit, maints problèmes de détail, qu'il n'est pas facile de résoudre d'un coup : elle exige un très grand effort d'adaptation, et surtout une volonté d'aboutir, un esprit de suite, une persévérance que rien n'abat. C'est en tout cas une fort fort belle œuvre, qui à elle seule suffirait à justifier la colonisation, et c'est une œuvre absolument nécessaire : sans elle, pas de mise en valeur possible, pas d'amélioration intellectuelle, pas de pénétration morale ; autrement dit, pas de progrès, dans n'importe quel domaine, sans progrès matériel d'abord. La politique indigène doit être à base économique, et il faut bien se garder d'oublier cet axiome.

***

C'est parce qu'il est particulièrement important, c'est parce qu'il est à la base des autres, que nous nous sommes un peu attardés à ce problème de l'amélioration matérielle. Il y en a, bien entendu, beaucoup d'autres, que nous allons passer en revue et qui touchent au progrès intellectuel, moral, social, politique. Mais, avant de les aborder, je voudrais traiter une question de principe, qui les intéresse tous : à savoir, les *conditions du progrès, du vrai progrès, du progrès en profondeur*, chez les populations coloniales.

D'aucuns nous disent : l'homme est l'homme, dans tous les temps et dans tous les pays ; il contient les mêmes grands instincts et les mêmes aptitudes essentielles ; des différences toutes superficielles recouvrent les mêmes grands ressorts de l'esprit et du cœur. Vous reconnaissez là cette théorie de l'Homme universel, chère aux philosophes du XVIII[e] siècle. En conséquence, le mieux qu'on puisse faire, c'est d'appliquer aux populations coloniales le même traitement qu'à nous-mêmes, puisque, de toute évidence, nous représentons le plus haut degré de civilisation. C'est là ce qu'on appelle couramment la doctrine de « l'assimilation ».

Mais cette doctrine n'a guère que le mérite d'être généreuse et de satisfaire du premier coup notre sensibilité : dans la réalité, elle se heurte à toutes sortes de faits qui ont la solidité du roc. D'abord, elle ne tient pas compte de l'existence des civilisations indigènes, qui sont très différentes de la nôtre, mais qui, jusque dans les régions les plus arriérées, représentent des ensembles très cohérents d'institutions et de coutumes; les populations coloniales tiennent à ces civilisations comme à leur existence même ; elles ne sont nullement convaincues que notre organisation est supérieure à la leur ; en tout cas, elles s'en accommodent, elles y sont habituées depuis des siècles, et il est toujours très difficile, dangereux même, de faire le bonheur des gens contre leur gré.

Il y a d'ailleurs, dans ces civilisations, des éléments qu'il faut conserver précieusement ; il y a, surtout, un cadre à maintenir, un cadre originel dans lequel on fera peu à peu pénétrer, sans le briser, ce que nous appelons le progrès. Car on ne transforme pas l'âme des hommes à coups de décrets : il faut procéder lentement, prudemment, changer d'abord les mœurs pour garantir l'efficacité des lois, en somme, faire la part du temps.

Notons que cette conception du progrès dans le cadre originel peut fort bien se concilier avec l'assimilation. Ce que la plupart des coloniaux d'aujourd'hui condamnent, c'est l'assimilation brusque et totale, c'est l'assimilation en masse. Mais ils admettent fort bien l'assimilation par cas d'espèces; — pour les individus qui se sont élevés au niveau de la culture européenne, et ils admettent aussi l'assimilation comme fin suprême de la colonisation, après une série d'étapes qu'il est prudent de ne point brûler. Il semble donc que, sur ces principes, on puisse s'accorder et concilier tous les intérêts, ceux des tuteurs et des pupilles, ceux des colonisateurs et ceux des colonisés.

Quoi qu'il en soit, nous allons retrouver ce débat de principe dans tous les problèmes qui nous occupent.

***

Voici, par exemple, le problème social, le problème de l'amélioration sociale de la vie indigène.

Chez la plupart des populations indigènes, il subsiste une forte hiérarchie sociale, des classes nettement tranchées, et même des castes étrangement fermées, séparées les unes des autres par de rigoureuses interdictions. Allons-nous, du jour au lendemain, dans une nuit du 4 août coloniale, supprimer toutes distinctions, égaliser, niveler ? Mais ce serait provoquer de terribles révolutions, ce serait gravement irriter même la plupart de ceux qui nous paraissent sacrifiés. Disons-nous bien que, dans certaines colonies, on n'est point parvenu, en dépit de toutes les lois, à faire disparaître même l'esclavage : et le plus curieux, c'est que ce ne sont pas les maîtres, ce ne sont pas les propriétaires d'esclaves qui s'y opposent ; ils ne demanderaient pas mieux que se débarrasser de ces hôtes plus coûteux que vraiment utiles ; ce sont les esclaves qui ne veulent pas s'en aller ; ils se trouvent bien comme cela; les chasser de force, ce

serait les condamner à la misère ou au brigandage. Alors, ne vaut-il pas mieux attendre un peu et demander aux principes de patienter quelques années ?

De même pour le sort des femmes. Presque partout, la situation juridique des femmes est tout à fait inférieure. Va-t-on, du jour au lendemain, les hausser au niveau de l'homme, les émanciper, briser leurs entraves ? Elles ne le demandent pas, et ce serait, en tout cas, désorganiser la famille, rompre l'équilibre, contrarier et démoraliser tout le monde.

Il faut donc chercher des remèdes aux défauts de la constitution sociale, mais les appliquer avec mesure, avec prudence, avec discernement. Il y a des remèdes qui tuent, ne l'oublions pas, il y a des remèdes qui se tournent en poison.

*
* *

Et voici un autre exemple de ces remèdes qui, selon les cas, sauvent le patient ou l'achèvent : c'est le développement de l'intelligence, qui pose un des plus grands problèmes coloniaux, un des plus âprement débattus : *le problème de l'amélioration intellectuelle de la vie indigène.*

Les uns nous disent : « Multipliez le plus possible les écoles aux colonies, et des écoles sur le modèle des nôtres ; plus vous enseignerez, plus vous rendrez l'indigène utilisable, plus vous augmenterez sa dignité et sa valeur d'homme. Ne craignez pas d'exagérer, de concevoir des programmes trop ambitieux. Enseignez, instruisez à tour de bras. C'est la meilleure des besognes ».

Mais d'autres répliquent, avec tout autant d'assurance : « Ces esprits, auxquels vous voulez appliquer nos terribles programmes d'Europe, ils sortent tout juste des ténèbres d'une barbarie séculaire ; ils sont encore éblouis par la lumière, comme un hibou tombé d'un clocher. Vous allez achever de les désorienter, vous allez les déséquilibrer à fond, en faire des perroquets, qui répèteront des mots savants sans les comprendre ; vous allez, surtout, en faire des pédants ridicules, bien pis, des révoltés, parce qu'ils se croiront très forts et ne jugeront jamais leurs mérites assez récompensés. Ouvrez des écoles, soit, ajoutent ces pessimistes, mais ne vous hâtez pas d'y enseigner le français ; sans cela, tous ces jeunes savants voudront être bureaucrates, et, par dessus le marché, se nourriront de lectures révolutionnaires ; avant tout, limitez votre enseignement à l'enseignement professionnel, à l'apprentissage de bons gros métiers manuels, qui seront utiles et pas dangereux.

Or, dans la pratique, ni l'une ni l'autre de ces solutions brutales ne paraît possible.

Prenons, par exemple, le problème de la langue d'enseignement, de la langue véhiculaire, comme on dit. Les uns disent : avant tout, enseignez le français, c'est la langue de la civilisation, elle porte en soi une vertu particulière. Mais l'instituteur ne tarde pas à s'apercevoir que ses élèves nouveau-venus ne savent pas un mot de français : il faut donc leur apprendre la langue, cette langue qui n'est pas leur langue maternelle, avec des méthodes spéciales, et voilà un premier accroc aux programmes métropolitains.

Les autres disent : enseignez en langue indigène. Mais il y a des pays ou la langue indigène varie d'un village à l'autre ; en Afrique occidentale, on compte plus de 300 dialectes ; et puis, fort peu d'Européens parlent les langues indigènes et, si l'on n'apprend pas le français aux écoliers, le contact ne s'établira jamais, ce qui est un point fort important.

Prenons, par exemple encore, le problème de l'enseignement professionnel. Avant tout, culture générale, disent les uns. Mais c'est un fait que le jeune indigène instruit se détourne des métiers, et c'est très grave, à tous égards, pour l'équilibre économique et moral du pays. Avant tout, enseignement manuel, disent les autres. Mais il y a, parmi les indigènes, des nobles, des chefs, des notables, qui refusent absolument de faire de leurs fils des ajusteurs ou des menuisiers et qui préfèrent les garder chez eux, les maintenir éloignés de l'école. Et puis, peut-on raisonnablement songer à donner un enseignement professionnel vraiment profitable, sans un embryon de culture générale ? Il n'y a pas d'acquisition technique possible sans un certain développement de l'esprit.

Il est clair qu'entre ces partis extrêmes il faut prendre un moyen terme, mais on n'imagine pas comme c'est difficile. Il faut fonder les programmes sur toutes sortes d'éléments : les aptitudes intellectuelles des élèves, qui varient manifestement avec les races, les ressources et les besoins du milieu, les conditions sociales et politiques, etc. Il faut préparer les maîtres venus d'Europe à cette tâche toute nouvelle, et en même temps former des maîtres indigènes, car le nombre nécessairement réduit d'instituteurs européens ne permettrait de faire fonctionner que trop peu d'écoles. Il faut aussi s'occuper de fabriquer de toutes pièces un outillage scolaire qui convienne à cet enseignement, des livres classiques où le petit André et le petit Julien sont remplacés par le jeune Moussa ou le jeune Nguyen, des tableaux de langage ou apparaissent, au lieu de scènes de patinage, les désordres de la tornade.

Il faut, en somme, une adaptation minutieuse à toutes les conditions du milieu, — adaptation très délicate, puisqu'elle suppose la parfaite connaissance d'un milieu qui ne se découvre pas sans de longues enquêtes, — adaptation méri-

toire, parce qu'elle ne satisfait jamais personne, parce que les uns lui reprochent de mettre la lumière sous le boisseau, et les autres, de laisser filtrer la lumière à travers le boisseau.

***

Voilà donc, en supposant résolus au mieux les problèmes que je viens d'étudier, voilà nos indigènes travaillant régulièrement et mangeant à leur faim, substituant peu à peu à leurs contrats sociaux plus ou moins barbares des principes d'égalité humaine, acquérant à l'école des notions utiles et une moralité solide. Est-ce tout? La machine coloniale est-elle complètement agencée ? Non, il reste à résoudre une question de grande portée : c'est le *gouvernement des populations coloniales*.

Il y a dans notre histoire deux tendances essentielles qui n'ont cessé de se renforcer au cours des siècles ; la centralisation et l'uniformisation. La division de la France en départements et l'organisation de l'administration départementale en donnent le témoignage le plus éclatant.

D'autre part, quand on vit aux colonies, on se convainct forcément de la diversité des pays et des populations qui les composent, diversité beaucoup plus grande que celle des provinces françaises, et l'on se rend compte qu'il serait absurde d'appliquer aux colonies, voire aux différentes parties de telle ou telle colonie, un seul et même traitement.

De là une lutte entre deux forces contraires : la force métropolitaine, qui est centralisatrice, centripète, si vous voulez, et la force coloniale, qui est décentralisatrice, centrifuge. Il semble bien aujourd'hui que la force centrifuge, la force décentralisatrice, l'ait emporté, au moins dans le domaine des principes, sinon toujours dans le domaine des faits, et le gouvernement des populations coloniales ne ressemble pas en général, et sauf exception pour ce qu'on appelle les « vieilles colonies », Antilles, Réunion, etc. ; au gouvernement de la Métropole. Les colonies jouissent d'une large autonomie administrative et financière.

Bien mieux, la tendance à la décentralisation ne s'en tient pas à cette limitation des pouvoirs du Gouvernement central, des pouvoirs du Ministère. Elle vise à réduire aussi les attributions du Gouvernement local, et à « l'administration directe », c'est-à-dire à l'administration à la mode de chez nous, à l'administration sans intermédiaire, elle oppose l'administration « indirecte », c'est-à-dire l'utilisation des rouages de l'administration indigène, qui fonctionnaient avant notre intervention et qu'il suffit d'améliorer et de régulariser. En d'autres termes, au lieu de supprimer, au lieu de faire rentrer dans le rang les rois ou les chefs traditionnels des groupements indigènes, on les charge d'administrer leurs congénères sous notre contrôle.

C'est qu'on trouve à ce régime de self-government toutes sortes d'avantages. Des avantages pécuniaires ; car l'utilisation des chefs indigènes évite la multiplication des fonctionnaires européens. Mais surtout des avantages moraux et politiques : les populations coloniales, en passant sous notre autorité, n'ont pas l'impression d'un changement brusque, qui bouleverse toutes leurs habitudes ; il est plus facile de leur faire admettre nos intentions, quand elles sont traduites par des hommes de chez eux ; ils s'apprivoisent ainsi plus facilement, et c'est là un exemple marquant des progrès qu'on peut réaliser, tout en maintenant dans ses grandes lignes le cadre originel.

Sans doute pourrait-on découvrir quelques ombres au tableau : les autorités indigènes, les chefs traditionnels ont toujours été enclins à abuser de leur pouvoir et surtout à pressurer leurs administrés. Mais ces inconvénients-là ne sont pas irréductibles : c'est une éducation à faire, et qui se fait très vite ; c'est aussi un contrôle à exercer, et un contrôle relativement facile, car les indigènes sont prompts à réclamer, et il paraît impossible qu'un abus de pouvoir se prolonge longtemps sans être découvert.

Au demeurant, dans la plupart des colonies, les indigènes ont aujourd'hui des moyens tout à fait réguliers de faire entendre leur voix. Ils sont représentés auprès de l'autorité française par des délégués, par des assemblées, par des sortes de parlements locaux. Cela ne s'est pas fait en un jour ; il y a même, dans les régions les plus attardées, des populations qui n'ont pas encore de représentation régulière ; d'autre part, le caractère de la représentation locale, le degré d'importance des assemblées dépendent de l'ancienneté et du degré d'évolution de la colonie ; enfin, il est rare encore qu'elles légifèrent, elles s'occupent surtout de questions économiques et elles ne peuvent généralement émettre que des vœux. Mais il est clair qu'il y a là un genre d'institutions qui tend à se développer.

Il s'agit ici, notons-le bien, d'une représentation toute locale, qui ne s'occupe que des intérêts de la colonie, comme un Conseil général s'occupe des intérêts d'un département. Et rien, en vérité, n'est plus légitime, rien n'est même plus raisonnable que cette concession. Mais voici que surgit, dans cet ordre d'idées, une autre question, infiniment plus grave : celle de la représentation des populations coloniales dans le Parlement métropolitain.

Ce problème, dont on devine l'importance, a déjà reçu des solutions partielles : toutes les colonies qu'on appelle couramment « les vieilles colonies », et qui ont perdu toute trace d'admi-

nistration indirecte, la Martinique, la Guadeloupe, la Guyane, la Réunion, les villes françaises de l'Inde, les quatre communes de plein exercice du Sénégal, la Cochinchine, élisent des députés et même des sénateurs. Par contre, les jeunes colonies, et les plus vastes, comme l'Afrique occidentale française en dehors des quatre communes de Dakar, Gorée, Rufisque et Saint-Louis, l'Afrique équatoriale française, Madagascar, l'Indochine, en dehors de la Cochinchine, les protectorats, comme la Tunisie et le Maroc, n'en élisent pas ; en Algérie, seuls sont électeurs les indigènes qui ont renoncé à leur statut musulman et qui ont obtenu la naturalisation française. Mais il y a, dans ces jeunes colonies, ou plus exactement autour de ces jeunes colonies, un mouvement d'opinion très vif, pour réclamer, au même titre que les vieilles, une représentation régulière au Parlement métropolitain.

Nous nous contenterons ici de poser le problème et de donner *grosso modo* les arguments des partisans et des adversaires.

Que disent les partisans ? Ils partent de ce principe qu'un pays sans représentation parlementaire est nécessairement livré à l'arbitraire, que la voix des indigènes risque d'être étouffée dans les assemblées locales, qu'ils font partie intégrante de la nation française et qu'à ce titre ils ont droit à la même tribune que les Français de France. En somme, on retrouve là, sous la forme concrète du bulletin de vote, la doctrine de l'assimilation.

Ecoutons maintenant les adversaires : la grande majorité des indigènes de nos colonies, déclarent-ils, n'est nullement préparée à nos modes d'activité politique ; elle a besoin à cet égard d'une éducation, qui est à peine commencée, et qui sera longue, comme elle a été longue pour la France elle-même ; entre notre Palais-Bourbon et la case à palabres des villages coloniaux, il y a, malgré quelques apparences, un abîme, et la violence des luttes politiques, dans un pays comme les Antilles, atteste qu'il y là une mesure prématurée.

D'autre part — ce sont toujours les adversaires qui parlent, — n'est-il pas absurde d'accorder le droit de légiférer en France, pour la France, à des hommes qui n'ont pas du tout les mêmes mœurs, les mêmes coutumes juridiques que nous ? Voici, par exemple, le représentant de populations qui pratiquent couramment la polygamie et qui y tiennent : est-il vraiment raisonnable que ce même représentant soit appelé à discuter notre législation du divorce ? Egalité de statut civique suppose avant tout uniformité de statut juridique.

Et c'est pour échapper à cette objection que d'aucun proposent un moyen terme : la création d'un Parlement colonial à Paris, distinct du Parlement métropolitain, ou d'une section coloniale au sein du Parlement, uniquement chargée des questions coloniales.

Il ne faut pas oublier, en tout cas, que la métropole a des intérêts aux colonies et qu'elle n'a pas le droit, vis-à-vis d'elle-même, de les sacrifier de gaieté de cœur. De même qu'elle est seule capable, jusqu'à nouvel ordre, de faire régner la paix dans ces régions lointaines, de même elle est seule capable d'en tirer, pour le bien de tout le monde, tout le profit possible, et nous abordons par là un autre grand problème colonial : *la mise en valeur des colonies*.

*
* *

Cette mise en valeur des colonies, on en parle beaucoup. On s'en occupe aussi, d'ailleurs, et ce serait une erreur de croire qu'elle n'avance pas. Elle fait, au contraire, des pas de géant. Quand on revient, à quelques années d'intervalle, dans certaines régions coloniales, on ne les reconnaît pas, tant l'action de l'homme a transformé le milieu naturel.

Mais on ne se rend pas toujours un compte exact, dans la Métropole, des difficultés très spéciales que comporte la mise en valeur.

En voici une, par exemple : il est bien clair qu'une des toutes premières conditions de la mise en valeur des colonies, c'est la constitution ou le développement de leur outillage économique, c'est la construction de routes et de chemins de fer, l'aménagement des cours d'eau, la modernisation des ports. Tout le monde est convaincu de cette nécessité, et de grands travaux sont entrepris à peu près partout ; il convient même de noter qu'un peu partout d'importantes réalisations sont acquises et que nos réseaux de chemins de fer coloniaux, en particulier, sont fort honorables. Mais dans les régions où le progrès paraît lent, sait-on bien quelle est la cause de la lenteur ? Ce n'est ni le défaut de programme, ni la nonchalance gouvernementale, ni même le manque de crédits ; c'est, sans doute, le caractère de la nature physique — forêts géantes, marécages pestilentiels, sol tantôt fuyant, tantôt trop résistant — ; mais c'est surtout le manque de main-d'œuvre. Pour construire un chemin de fer comme celui du Congo, il faut prélever des manœuvres à des centaines de kilomètres du chantier, amener dans des régions humides et envahies de paludisme des hommes habitués au climat des plateaux, extraire des milliers d'ouvriers d'un pays dont la densité n'atteint pas un habitant au kilomètre carré. Serait-on tenté de brûler les étapes, de réaliser rapidement, de doubler les équipes ? La maladie et la famine s'en mêleraient. Il faudrait s'arrêter court, et l'on perdrait, en se pressant, plus de temps qu'on n'en gagnerait.

Veut-on un autre type de difficulté ? On dit

aux colonies : Intensifiez les cultures, augmentez le plus possible la production de coton ou de cacao ou de café. On s'attelle à la besogne. Mais, dans ce sol et sous ce ciel encore mal connus, il ne suffit pas de semer pour récolter, et mainte défaite remplace les victoires et les profits annoncés, provoquant le découragement, ruinant la confiance. Autrement dit, l'exploitation rationnelle des colonies ne s'improvise pas. Elle suppose de longs et patients essais et toute une organisation scientifique, des laboratoires richement outillés, de vastes champs d'expériences, etc. La Hollande nous en fournit un échantillon à peu près parfait dans ses colonies des îles de la Sonde, à Buytenzorg ; dans les colonies françaises, cette organisation scientifique demeure tout embryonnaire ; il semble qu'on n'en ait pas encore compris tout l'intérêt ; on demande au géologue, au botaniste, au chimiste, au phytopathologiste, au météorologiste, des découvertes immédiates et sensationnelles ; on mesure généralement à la science le temps et l'argent, et la science, pour être féconde, ne peut malheureusement se passer ni de l'un ni de l'autre.

Enfin, — je dis enfin, parce qu'il faut bien choisir parmi tant de questions qui se posent — on voudrait que, du jour au lendemain, notre domaine colonial fût peuplé de colons français et qu'on donnât à ces colons toutes les facilités possibles d'installation. A distance, cela paraît logique, plein de bon sens, étroitement lié à la solidité de notre occupation et au succès de la mise en valeur. Mais cela non plus n'est pas simple.

En particulier, le colon européen, sauf peut-être dans l'Afrique du Nord, ne peut fournir aux colonies un effort physique vraiment appréciable : il ne peut être qu'un chef d'entreprise, il lui faut de nombreux auxiliaire indigènes. Or, il arrive souvent qu'il ait grand peine à les trouver, ou même qu'il n'en trouve pas du tout. Il demande naturellement à l'administration de l'aider à faire ce recrutement. Que va faire l'Administration ? Recruter de force des ouvriers indigènes pour le colon, organiser un régime de travail forcé au bénéfice d'entreprises particulières, — ou tout bonnement se contenter d'organiser le marché de la main-d'œuvre, de tenir une sorte de bureau de placement ?

D'autre part, le colon a besoin de terres. Or, il n'y a pas, aux colonies plus qu'ailleurs, de terres vacantes. Va-t-on dépouiller et refouler le propriétaire indigène, — qui est souvent une collectivité — et condamner par là cette collectivité à la misère, à l'émigration, au nomadisme, au brigandage ou tout bonnement à la révolte ? Cela encore exige des précautions, et la recherche des terres de colonisation représente une des plus graves préoccupations des gouvernements coloniaux.

Pour activer la mise en valeur, on songe parfois à substituer à l'action des colons isolés celle de puissantes sociétés, à qui l'on accorde, moyennant certaines obligations, de grandes « concessions ». Grosse affaire, qui a fait couler beaucoup d'encre, et qui en fait couler tous les jours encore. Beaucoup de grandes sociétés concessionnaires ne retiennent du contrat passé avec l'Etat que les avantages et se débrouillent pour échapper aux obligations. Par ailleurs, il est bien certain que seules de puissantes sociétés pourront venir à bout de grands travaux de défrichement, d'assèchement, d'irrigation. Alors? — Alors, on discute, on va d'un système à l'autre, on cherche en gémissant, ou en s'injuriant, et personne ne peut se flatter d'avoir trouvé

***

J'arrête ici cette esquisse, et l'on devine que j'ai dû m'en tenir à de très grandes lignes, passer sous silence bien des questions importantes. Mais ce que je veux signaler en terminant, c'est que ces sortes de questions sont dominées par cette difficulté suprême, par ce problème capital de la colonisation : *la conquête morale des indigènes*.

C'est là, sans doute, le véritable critérium d'une œuvre coloniale d'aujourd'hui. Toutes les solutions qu'on apporte aux différents problèmes de l'amélioration matérielle, sociale, intellectuelle, morale, politique, de la vie indigène, tout ce qui tourne autour du régime gouvernemental et de la mise en valeur, tout cela doit être calculé en fonction des liens moraux qu'on désire nouer entre les colonies et la métropole.

Œuvre singulièrement malaisée par le temps qui court, — car les populations coloniales ont été profondément remuées par la récente crise mondiale et les mouvements qui l'ont suivie ; elles prennent conscience d'elles-mêmes, de leur force, de leur dignité ; il faut désormais compter avec leur personnalité.

Le soldat de cette nouvelle conquête, de cette conquête des cœurs, c'est le colonial, qu'il soit administrateur, magistrat, officier, instituteur, médecin, commerçant ou colon, — et tout dépend, en fin de compte, de sa valeur.

Longtemps on a regardé les colonies comme un exutoire commode des sociétés européennes, comme le domaine des têtes brûlées, des bons à tout et des propres à rien. Ce temps-là est passé, bien passé.

Il faut au colonial d'aujourd'hui une préparation méthodique, une technicité certaine, une spécialisation bien nette.

Il lui faut, surtout, une âme noble et bien trempée, une générosité naturelle et constante, une parfaite maîtrise de soi, une patience à toute épreuve et, par dessus le marché, un esprit

ouvert et curieux, le sens des situations, le don d'adaptation.

Il est nécessaire, en somme, qu'il soit un homme de qualité, et c'est à l'élite que la colonisation d'aujourd'hui fait appel.

Mais, pour un homme de cette sorte, que de joies puissantes contient la vie coloniale ! C'est un renouvellement perpétuel de soi-même, un enrichissement continu de l'esprit, une merveilleuse école de volonté, un sol fertile où l'on sème à pleines mains, un monde tout neuf où le moindre individu met son empreinte.

Et comment admettre qu'une colonisation ainsi conçue rencontre encore des adversaires? Certes, elle n'est pas parfaite, puisqu'elle est humaine ; mais elle est tout entière tendue à des œuvres bienfaisantes, elle est nourrie de dévouement et d'apostolat, elle apparaît comme un magnifique couronnement de notre histoire et comme la parure de notre temps. Ce n'est plus une aventure, ni une exploitation : c'est un devoir, un devoir d'humanité, et, c'est, par excellence, une tâche française.

LE CONCEPT ALIÉNATION MENTALE

par le Dr R. BENON

Médecin du Quartier des Maladies mentales de l'Hospice général de Nantes

Aliénation mentale, primitivement, notion médicale. — Quid aujourd'hui du concept aliénation mentale ? Ses trois éléments : élément médical, élément familial, élément social. Conditions de l'aliénation mentale : résumé. — Dernier point, l'intervention judiciaire actuelle dans le fait de l'aliénation mentale ; dangers de la pratique de l'aliénation mentale. — Conclusion.

La question de la définition de l'aliénation mentale est une question sur laquelle les magistrats et les médecins poursuivent leurs discussions en vue d'arriver à une entente pratique. Une chose est bien certaine pour nous, c'est qu'il n'est pas possible de donner de l'aliénation mentale une définition purement médicale, naturellement psychologique, valable pour tous les cas. Le concept aliénation mentale est fait de qualités diverses : il contient un élément médical, mais il contient aussi un élément familial et un élément social. C'est à l'étude de ces trois éléments du concept aliénation mentale que nous allons nous attacher, après avoir rappelé en quelques mots l'évolution du terme aliénation mentale. Nous dirons ensuite comment se produit l'intervention judiciaire actuelle dans tous les placements à l'asile des aliénés et nous conclurons.

***

Au début, l'expression aliénation mentale fut une expression essentiellement médicale. Le mot aurait été créé par Asclépiade de Bithynie (1er siècle avant J.-C.) ; cet auteur distinguait l'aliénation mentale aiguë et l'aliénation mentale chronique. L'origine du mot aliénation est « alienare » rendre différent, changer, « alienus » étranger, « alius » autre ; il signifie donc changement mental ou trouble mental. Les expressions aliénation mentale générale et aliénation mentale partielle étaient couramment employées autrefois. Au XIXe siècle, Jean-Pierre Falret distingue encore l'aliénation mentale générale (manie), et l'aliénation mentale partielle, dépressive et expansive (délire), et aussi l'aliénation mentale aiguë (curable) et l'aliénation mentale chronique (incurable). Aujourd'hui, le mot aliénation mentale, du seul point de vue clinique, est totalement abandonné. Il englobe simplement une catégorie de malades, très divers, dont la situation propre est d'être privée de liberté. On comprend ainsi comment, sous l'influence de l'évolution sociale, s'est substituée à la notion purement médicale de l'aliénation mentale une notion avant tout administrative, sinon juridique. La tâche du médecin praticien, en présence d'un aliéné, se trouve de ce fait singulièrement délicate et compliquée ; l'on s'explique aisément ses appréhensions lorsqu'il lui faut conclure à l'internement d'un malade mental. La loi de 1838 sur les aliénés a eu le tort de faire retomber la responsabilité des séquestrations sur le corps médical sans une mise en observation suffisante et sans une enquête préalable ; elle a eu le tort aussi de ne pas distinguer les aigus des chroniques, les curables des incurables ; elle a eu le tort, enfin, de ne pas faire intervenir l'autorité judiciaire lorsqu'il s'agit de prononcer l'internement d'un aliéné chronique.

***

Aujourd'hui le fait de l'aliénation mentale est bien sûr encore un fait médical, mais il est moins un fait médical qu'un fait administratif. C'est pour cette raison que nous avons soutenu

cette thèse, à nous si durement reprochée, que l'aliénation mentale, en réalité, n'était pas de la médecine. Voyons ici les trois éléments qui composent le concept aliénation mentale : l'élément médical, l'élément familial et l'élément social.

Elément médical. — Au premier abord l'élément médical du concept aliénation paraît avoir une importance capitale : en effet, le médecin ayant établi et prononcé son *diagnostic*, l'internement devrait suivre sans délai. Mais faisons remarquer qu'une famille ne sait jamais gré au médecin de déclarer un de ses membres atteint de folie : il faut toujours, dans la pratique, laisser la famille elle-même arriver, progressivement ou subitement, à cette conclusion que la séquestration de son malade s'impose. De plus, le diagnostic, même exact, d'une affection mentale ne conduit pas fatalement à la nécessité de l'internement. Ainsi, tel mélancolique anxieux, tel paralytique général peuvent être soignés chez eux, s'ils appartiennent à une classe aisée, alors que les mêmes malades seront immédiatement dirigés sur l'asile des aliénés si leur fortune est nulle.

Le fait du diagnostic de la maladie psychique constitue le premier élément médical du concept aliénation mentale. Il y en a un autre, c'est que l'aliéné, quel qu'il soit, aigu ou chronique, a besoin d'un *traitement* spécial, à cause de son affection propre, à cause de ses réactions si souvent violentes ; l'isolement qu'on lui impose doit être surveillé médicalement ; la psychothérapie, la balnéothérapie, qui sans doute ne donnent pas dans tous les cas des résultats merveilleux, ne peuvent être que l'œuvre du médecin et de ses collaborateurs ; le travail, les distractions, les sorties d'essai, ne peuvent être organisés ou réalisés que sous la direction médicale. En résumé tout cela dispose à penser que l'élément médical, en matière d'aliénation mentale, est bien essentiel, puisqu'il comporte constamment un diagnostic et une thérapeutique.

Elément familial. — L'élément familial du concept aliénation mentale est pourtant plus important à notre avis que l'élément médical, cela dans la grands généralité des cas (95 % environ), et c'est en nous appuyant sur cette donnée que nous avons formulée : « l'aliénation mentale est fonction de la situation familiale.

En principe, toutes les familles, ou presque toutes les familles, — il n'y a d'exception que dans les milieux très pauvres, et encore, pas dans tous ces milieux, — toutes les familles désirent conserver près d'elles leurs malades. Il en est des malades mentaux, comme des autres ; je dirai même que très souvent la douleur de la séparation est plus vive dans les cas de maladie mentale. La décision de l'internement par les familles est donc rarement brusquée. On supplie le médecin de réaliser toutes les thérapeutiques possibles. On essaie d'organiser la surveillance du malade, de jour et de nuit. On ne capitule que devant la fatigue, le danger que crée l'agitation et, enfin, devant l'impuissance médicale. L'effort de certaines familles est admirable de clairvoyance, de ténacité, de dévouement. Bien sûr il n'en est pas toujours ainsi ; il y a des familles qui séquestrent et attachent leurs malades mentaux, soit pour éviter la tare de l'internement, soit pour ne pas avoir à payer des frais d'hospitalisation, soit dans une intention frauduleuse, etc.

On saisira l'importance du rôle de la famille en matière d'aliénation mentale dans ce fait qu'un individu atteint de débilité mentale congénitale profonde, de démence précoce, de démence paralytique, ne devient pratiquement un aliéné que du jour où sa mère, sa femme, viennent à disparaître. Comme personne ne peut plus assurer la surveillance du malade ni lui donner les soins que nécessite son état psychique et physique, il est alors dirigé sur l'asile des aliénés. On dira que c'était auparavant un aliéné en liberté : en réalité, il exerçait ou il pouvait exercer tous ses droits civils, ou bien au contraire il était gravement lésé dans l'exercice de ces mêmes droits. — Il y a mieux, une famille, qui a placé son malade à l'asile au titre dit placement volontaire, peut le retirer du jour au lendemain de l'établissement. Sans doute il est loisible au médecin traitant de l'asile de rédiger un certificat pour le maintien du malade à l'établissement ; cela ne se fait presque jamais en raison des réclamations de toutes sortes qui résultent de cette attitude. L'aliéné rendu à la liberté retrouve de suite tous ses droits de citoyen.

Il importe encore d'insister sur ce fait qu'une famille, — les hommes étant doués de tendances plus ou moins perverses, — peut avoir intérêt soit à faire placer un malade mental dans une maison d'aliénés, soit à faire interner un sujet simplement vicieux et anormal au lieu et place d'un aliéné. Cela est rare, mais cela existe. Cet élément familial fâcheux du concept aliénation mentale ne saurait jamais être méconnu du médecin : on dira tout à l'heure quelle est l'action des Procureurs de la République après tout internement.

Ces considérations exprimées, on voit que le fait de l'aliénation mentale confirmée pour la famille résulte : de la nécessité pour elle de se protéger contre le patient, de la nécessité d'exercer sur lui une surveillance active et continue, enfin de la nécessité reconnue de lui donner des soins spéciaux.

Elément social. — Il y a dans le fait de l'aliénation mentale un élément social. Il est moins important pratiquement que l'élément familial ; il joue moins souvent que ce dernier

dans le placement à l'asile ; mais, lui aussi, à notre avis, il passe avant l'élément médical. La loi de 1838 dit même à propos des placements ordonnés par l'autorité publique qu'un aliéné peut être dirigé sur un asile sans l'intervention du médecin. Voici en effet l'art. 18 : « A Paris, le Préfet de Police et, dans les départements, les préfets ordonneront d'office le placement dans un établissement d'aliénés de toute personne interdite ou non interdite, dont l'état d'aliénation compromettrait l'ordre public ou la sûreté des personnes...» Et encore (art. 19) : « En cas de danger imminent, attesté par le certificat d'un médecin *ou par la notoriété publique*, les commissaires de police à Paris, et les maires dans les autres communes, ordonneront à l'égard des personnes atteintes d'aliénation mentale toutes les mesures provisoires nécessaires, à la charge d'en référer dans les vingt-quatre heures au préfet qui statuera sans délai. » De nos jours, ces articles ne sont plus guère appliqués ou peut-être bien ne sont plus du tout appliqués sans l'intervention du médecin. Pourtant, le fait est là et il contribue à notre enseignement. Au reste, dans les cas d'aliénation mentale qui nécessitent l'intervention de l'autorité publique, le certificat médical est de rédaction aisée, puisqu'une enquête administrative ou judiciaire a précédé l'appel du praticien ; des actes précis, caractéristiques, lui sont signalés ; le trouble de l'esprit est patent, si la variété de maladie reste difficile à démêler.

L'élément social, qui entre dans la compréhension du concept aliénation mentale, implique donc la nécessité de prendre une mesure d'ordre public ou de protéger la sûreté des personnes. Il y a bien aussi un facteur moral, dans l'action sociale : l'aliéné est un malade, un médecin doit lui donner les soins qu'impose son état. Mais faut-il rappeler, — on l'a souvent dit, — que ce dernier point, jusqu'à ce jour, a été bien négligé des administrations.

En résumé, dans le concept aliénation mentale, l'élément médical comporte un diagnostic et une thérapeutique ; l'élément familial implique l'impossibilité d'assurer une surveillance active et continue autour du malade, la nécessité de se protéger contre ses réactions, enfin l'indication de lui donner des soins spéciaux ; l'élément social implique la nécessité de prendre des mesures d'ordre public, de sûreté des personnes, et aussi de thérapeutique appropriée.

En conséquence l'aliéné est donc un malade : 1° qui a besoin de soins spéciaux, vu par exemple l'état aigu de sa maladie, ou d'une simple direction médicale quotidienne ; 2° qui est incapable de se diriger lui-même et de subvenir à son existence ; ou enfin, 3° qui est dangereux pour les autres ou pour lui-même. Il n'est pas douteux, pratiquement, que le fait de la protection familiale et sociale passe constamment avant le fait purement médical, sauf peut-être dans quelques familles aisées, dévouées et très fermées.

Pour qu'il y ait aliénation mentale, il ne suffit donc pas qu'il y ait maladie mentale. L'aliénation mentale est une situation de fait, qui entraîne, puisqu'il s'agit d'un malade, une hospitalisation spéciale avec privation de la liberté. Elle résulte en définitive.

1° soit du danger que fait courir le malade mental aux siens et aux personnes étrangères (nécessité de protéger la famille et la société, d'assurer l'ordre familial, l'ordre public, la sûreté des personnes) ;

2° soit du danger que court le malade lui-même (nécessité de le protéger en cas d'idées de suicide ou de fuite) ;

3° soit de l'incapacité du malade à se diriger et à subvenir à ses besoins (nécessité d'une surveillance active et continue) ;

4° soit, enfin et toujours, mais presque accessoirement, de la nécessité d'assurer au malade des soins spéciaux (isolement, psychothérapie, balnéothérapie).

*
* *

L'importance actuelle de l'élément familial et de l'élément social dans le concept aliénation mentale sera mieux comprise encore si on montre les conséquences de l'article 10 de la loi de 1838. Cet article dit : « Dans le même délai (de trois jours), le préfet notifiera administrativement les noms, professions et domiciles tant de la personne placée que de celle qui aura demandé le placement, et les causes du placement : 1° au Procureur de la République de l'arrondissement du domicile de la personne placée ; 2° au Procureur de la République de l'arrondissement de la situation de l'établissement ; ces dispositions seront communes aux établissements publics et privés. » Cet article 10 a trait spécialement aux placements dits volontaires, mais le préfet agit de même pour les placements d'office.

Que résulte-t-il de cette notification ? Immédiatement le Procureur de la République fait exécuter une enquête au sujet du malade près des commissaires de police dans les villes, près des maires dans les autres communes. Et comment est-elle rédigée, cette enquête ? Elle varie quelque peu suivant les parquets. Voici un résumé que nous avons établi d'après plusieurs modèles :

« Quels sont les faits qui ont amené la séquestration ? *En dehors des données du certificat médical*, la folie semble-t-elle indiscutable ? L'insanité d'esprit était-elle peu accusée et peu compromettante pour l'ordre public ? L'internement semble-t-il susceptible de *critiques* ? Serait-il le résultat de mésintelligences, de haines ou de

calculs intéressés ? Est-ce le premier internement? Quelque membre de la famille a-t-il été aliéné ? Quid de la fortune de l'intéressé ? Comment et par qui est-elle administrée ? L'aliéné est-il engagé, ou sur le point d'être engagé, dans un débat judiciaire ou administratif ? »

Une telle enquête incline à diverses réflexions, plutôt sombres pour le médecin. Il s'agit sans doute de protéger la liberté individuelle. Mais aussi quelle atteinte à cette même liberté, puisqu'il s'agit d'un malade qui peut guérir. Nous avons reçu, sur ce point, de nombreuses plaintes de la part des familles. En tout cas, si cette enquête doit avoir lieu, ne devrait-elle pas être communiquée au médecin ? Le médecin n'a pas les mêmes moyens d'information que la justice. Une telle enquête, enfin, grâce à l'installation urgente de services ouverts de médecine mentale, ne devrait-elle pas être épargnée aux malades curables et à leurs familles ?

Nous voulons reconnaître que, dans la pratique, le rôle de ces enquêtes, du seul point de vue médical, est presque constamment vain, mais tout de même quel danger ne court pas le médecin traitant, et même le médecin d'asile auquel ces enquêtes ne sont pas communiquées? S'étonnera-t-on après cela que nous soyons allés jusqu'à dire que l'aliénation mentale n'était pas de la médecine ? En tout cas, puisqu'elle se rattache à la médecine pratique, de quelles précautions ne doit pas s'entourer le praticien quand il s'agit d'apporter des conclusions d'internement ? Nous terminerons en donnant le conseil aux médecins de ne jamais conclure à l'internement d'un pervers, alcoolique, débauché, colérique, menteur, vaniteux, quel que soit le degré de ses anomalies nerveuses et psychiques.

***

A-t-on apporté quelque clarté dans la notion de l'aliénation mentale ? Quel fruit portera notre effort de précision ? En tout cas, il nous paraît bien acquis que le fait de l'aliénation mentale n'est pas un fait purement médical. Parmi les trois éléments qui composent ce concept : élément médical, élément familial, élément social, les deux derniers sont, pour nous, dans les temps actuels, les plus importants. Il n'en sera peut-être pas toujours ainsi ; le concept aliénation mentale peut se modifier sous l'influence des transformations sociales, et de plus la question des aliénés en liberté reste entière. Mais une chose paraît certaine, c'est que pratiquement on devra toujours se livrer à des enquêtes extra-médicales avant de conclure à l'état d'aliénation mentale (1).

(1) Voir au sujet de cette question : 1 *Traité clinique et médico-légal des troubles psychiques et névrosiques post-traumatiques*, Paris, 1913, préface. — 2 La psychiatrie, *Gaz. des hôp.*, 1913, 3 avril, p. 615. — 3. L'aliénation mentale n'est pas de la médecine. La loi sur les aliénés. *Ann. d'hyg. pub. et de méd. légale*, 1916, II, oct. p. 193. — 4. Jules Vallès à l'Asile des Aliénés de Saint-Jacques (Nantes), *La Nouvelle Revue*, 1918, 15 janv., t. XXXVIII, p. 353, et Les séquestrations arbitraires. Le cas de Jules Vallès, *Ann. d'hyg. pub. et de méd. lég.*, 1919, janv., I, p. 56. — 5. Aliénation mentale, fonction de la situation familiale, *Gaz. des hôp.*, 1921, 20 sept., n° 74, p. 1174. — 6. La clinique en pathologie mentale, *Gaz. des hôp.*, 1923, 1er mai, p. 559, n° 35. — 7. Une conception de la pathologie mentale, *Bul. méd.*, 1923, 12 sept., n° 38, p. 1047; *Rev. de crime, psych. et méd. lég.*, Buenos-Ayres, 1923, sept.-oct.; *Gaz. méd. de Nantes*, 1926. — 8. Expertises mentales et séquestration de sujets non aliénés, *Journ. des prat.*, 1925 28 fév., p. 135, n° 9. — 10 .Aliénation mentale, fait non médical, *Conc. méd.*, 1926, 4 avril. n° 14, p. 893. — 11. Séquestrations arbitraires d'aliénés et mises en liberté arbitraires, *L'Opinion*, 1926, 2 janv., n° 1. — 12. Réforme pénitentiaire et réforme des asiles, *L'Opinion*, 1925, 29 août, n° 35. — 13. Les demi-fous, *L'Opinion*, 1925, 28 nov., n° 48. — 14. Les aliénés et les pervers, *Journ. des Prat.*, sous presse. — 15. Qu'est-ce qu'un aliéné ? (*sous presse*). — 16. La réforme du régime des aliénés (*sous-presse*). (Articles du même auteur).

LA TEINTURE DE LA SOIE ARTIFICIELLE (1)

par P. SISLEY
Ingénieur-Chimiste

L'industrie de la soie artificielle est à l'heure actuelle une des plus prospères et son développement est tout à fait prodigieux. La production annuelle, qui était seulement de 600 tonnes en 1896, dépasse à l'heure actuelle 100.000 tonnes, c'est-à-dire plus de trois fois la production de la soie naturelle.

La soie artificielle trouve les emplois les plus divers, soit qu'on l'utilise seule ou en combinaison avec d'autres textiles, spécialement la soie naturelle, la laine et le coton.

On l'utilise dans la confection de tous les articles de bonneterie ; la seule industrie des bas utilise près de 50 % de la production de la

(1) Conférence donnée au Conservatoire des Arts et Métiers, le 5 février 1928.

soie artificielle. Le tissage des articles de soierie en utilise 16 %, car elle entre dans la confection des galons, tresses et lacets, la passementerie, la fabrication des tissus pour cravates, des blouses, des écharpes, dans la fabrication des damas, des satins, rubans, tissus d'ameublement, tissus pour doublures, pour la fabrication des velours, où elle a pris une très grande importance, pour la fabrication du tulle, des crêpes, la fabrication des fleurs artificielles, dans la chapellerie, etc...

Est-ce à dire que le développement de l'industrie de la soie artificielle doit être un danger pour l'expansion de la sériciculture. Dans l'état actuel de la question on peut répondre non, car la soie naturelle n'a pas encore été détrônée.

La soie artificielle est une fibre bien spéciale, dont la fabrication se développera encore. La fabrication de tissus mixtes constitués par de la soie naturelle et de la soie artificielle se développe considérablement, et en abaissant le prix de revient de ces tissus, les rend accessibles à un grand nombre de consommateurs, ce qui ouvre de nouveaux débouchés à la soie naturelle, dont la consommation mondiale n'est pas en fléchissement.

Des esprits pessimistes ont craint que le développement de la fabrication de la soie artificielle soit trop rapide et qu'une crise succède à la période de prospérité actuelle. Il suffit de jeter un coup d'œil sur les statistiques de la consommation des textiles pour voir qu'une très large place peut encore être conquise par les textiles artificiels.

C'est ainsi que l'industrie du coton n'absorbe encore qu'un quart de la production de la soie artificielle et que celle-ci n'entre dans l'habillement que pour 1,65 %, alors que la contribution des autres textiles est de 80 % pour le coton et de 17,5 % pour la laine.

Lyon, qui est la capitale de la soie, a accueilli favorablement le nouveau textile, et avec son expérience millénaire a su fabriquer des tissus nouveaux des plus remarquables. C'est, je pense, pour cette raison qu'il m'a été demandé de traiter au Conservatoire des Arts et Métiers la question de la teinture de la soie artificielle.

Diverses variétés de soies artificielles. — On désigne sous le nom de soies artificielles divers textiles.

Au point de vue tinctorial nous les diviserons en deux classes, qui répondent à leur constitution chimique :

1° Les soies sont constituées par de l'hydrocellulose que les Américains appellent *Rayon*. Elles comprennent les soies dérivées de la nitrocellulose, ou soies de Chardonnet, qui sont fabriquées avec succès par la Société de Tubize, et les soies dérivées de la Viscose que l'on rencontre à des degrés de finesse très différents depuis le crinol employé pour la fabrication du tagal pour chapeaux jusqu'à la superviscose dont la finesse des brins se rapproche de ceux de la soie naturelle.

Plus le titre de la soie est fin, plus le fil possède de souplesse et se rapproche de l'aspect de la soie naturelle. On rencontre aussi des fibres creuses qui sont très utilisées dans la fabrication des tissus de soierie, tel est le cas de la soie Celta.

Enfin, on trouve aussi sur le marché des fibres traitées en filature comme la bourre de soie et imitant les fils de schappe, elles sont désignées sous le nom de schappes artificielles, tel est le cas de la Vistra, par exemple.

Enfin, certains fils traités de façon particulière sont destinés à imiter la laine ; de ce genre sont les textiles spéciaux fabriquées par la Sniaviscosa.

La soie au cuivre, en France, était ces dernières années complètement abandonnée, alors qu'on fabriquait encore par cette méthode des Glanzstoff en Allemagne.

La découverte d'un procédé de filage permettant d'obtenir un fil d'une finesse non encore réalisée jusqu'à ce jour est venu donner un regain d'actualité au procédé cuproammoniacal. Ce nouveau fil, connu sous le nom de soie de Bemberg, est fabriqué en France par la société La Cuprotextile, à Roanne. Cette soie, dont le brillant est légèrement atténué et dont les qualités de souplesse sont remarquables, est très probablement appelée à un grand avenir.

Une deuxième classe de soies artificielles est celle dont le fil est constitué par des éthers de la cellulose. Cette classe ne comprend encore dans le commerce que la soie obtenue en filant des solutions acétoniques d'acétate de cellulose, quoiqu'on ait étudié le filage d'autres éthers, tels que les benzoylcelluloses, par exemple.

La soie d'acétate de cellulose possède des qualités tout à fait remarquables par ses propriétés tinctoriales spéciales, sa résistance à l'eau, son élasticité, son toucher et son aspect, qui la rapprochent de la soie naturelle, elle est livrée dans le commerce en France sous les noms de Célanèse, Sétilose, Rhodiaseta. En Amérique on fabrique un fil plus acétylé, de propriétés spéciales, sous le nom de Celtron.

Préparations préliminaires a la teinture de la soie artificielle.

Sortant de la fabrication, le fil de soie artificielle ne renferme pas, comme les textiles naturels des impuretés qu'il est nécessaire d'éliminer par le dégraissage, le décreusage ou le débouillissage, comme c'est le cas pour la laine, la soie ou le coton.

Aussi, lorsque le fil n'a reçu aucun parage, ce qui est le cas de la teinture en écheveaux, il n'est pas nécessaire de faire une préparation

spéciale du fil avant teinture, et certains techniciens trouvent même avantageux d'entrer la soie sèche directement dans le bain de teinture.

Lorsqu'il s'agit de tissus mixtes, et surtout de tissus renfermant de la laine ou de la soie dans lequel le fil de soie est employé en chaîne, on ne peut tisser convenablement ces tissus sans faire subir à la soie artificielle un encollage avant tissage.

Cet encollage doit être éliminé avant teinture. Malheureusement certains encollages à base d'huile de lin cuite, qui facilitent considérablement le tissage, s'éliminent très difficilement, surtout lorsqu'ils ont vieilli et se sont résinifiés sur la fibre ; ils sont souvent la cause de graves désagréments en teinture.

Lorsque la soie artificielle est tissée avec de

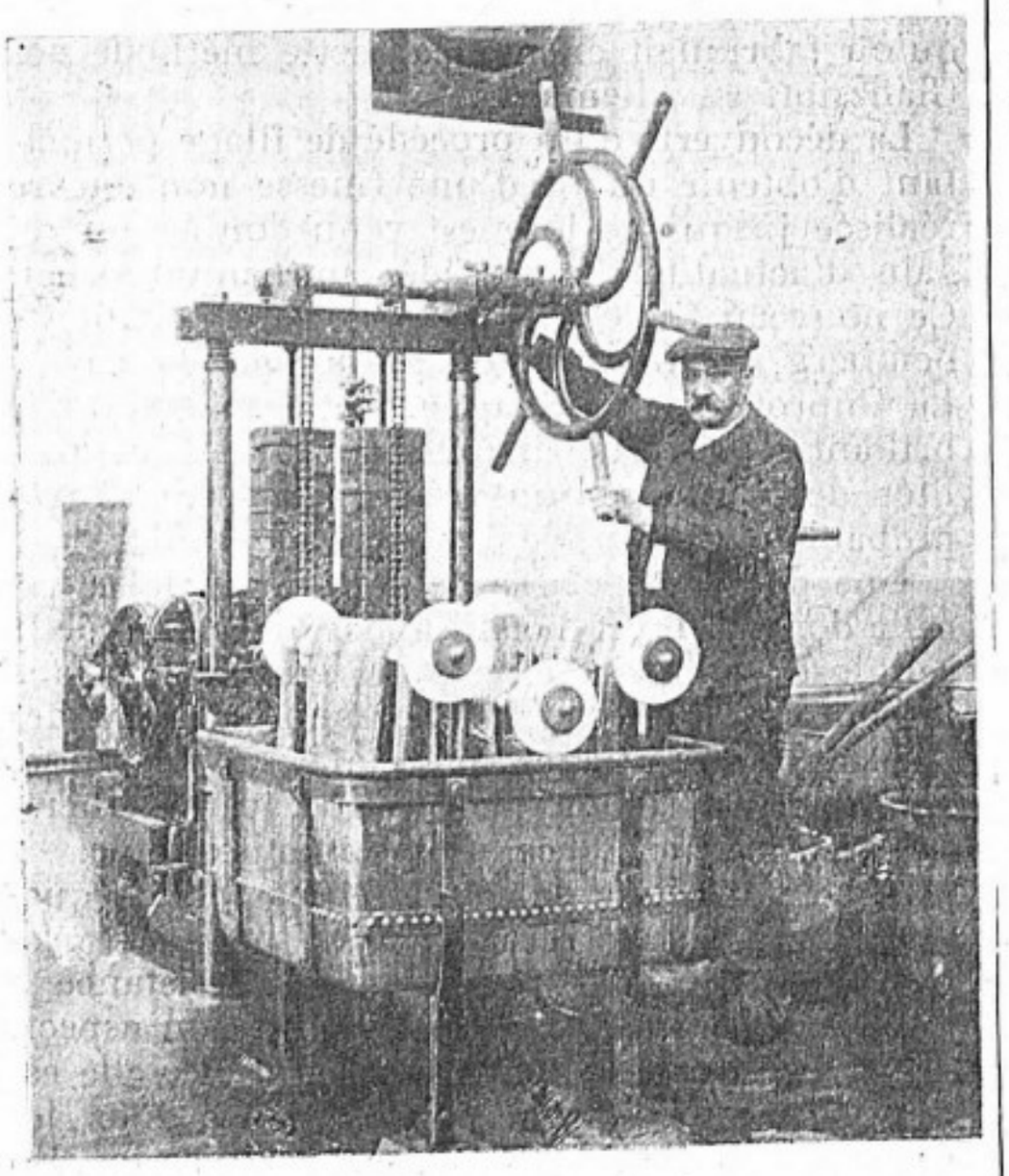


Fig. 81. — Teinture des écheveaux de soie artificielle

la laine ou de la soie écrue, on est appelé à faire subir à ces tissus le dégraissage ou le décreusage.

S'il s'agit de soie de Viscose, cette fibre supporte très bien ces opérations et on procède au décreusage comme s'il s'agissait de tissus de laine et soie.

Mais lorsque les tissus renferment de la soie d'acétate de cellulose, on doit prendre des précautions spéciales. En effet, au-dessus de la température de 80°, la soie d'acétate de cellulose devient opaque et perd son lustre, et on ne peut traiter ces fibres comme de la soie naturelle. D'autre part, les alcalis provoquent la désacétylation de la soie d'acétate de cellulose, et cette désacétylation partielle lui fait perdre de sa ténacité en même temps qu'elle perd ses propriétés tinctoriales particulières. On est donc obligé de prendre de grandes précautions pour traiter les tissus mixtes renfermant de l'acétate de cellulose et particulièrement les tissus qui doivent être décreusés.

On a préconisé différents procédés qui évitent l'opacification de la fibre par la chaleur, tel est le cas des brevets qui revendiquent l'addition au bain de sels neutres.

Cette propriété de la soie d'acétate de cellulose de devenir opaque par l'action de l'eau bouillante a été utilisée pour obtenir des tissus à aspect mat imitant les tissus soie à grande torsion. Certains procédés permettent de redonner à la soie matée son brillant primitif, particulièrement en la traitant par des agents gélifiants convenablement choisis et on a réalisé, en employant cette méthode en impression, des effets brillants colorés ou non sur fond mat, qui sont de l'effet le plus curieux.

La soie de Viscose est en général assez blanche pour supporter la teinture même en couleur claire, car dans la fabrication le fil subit un léger blanchiment après la désulfuration. Néanmoins, lorsqu'on veut obtenir un blanc pur on doit la blanchir. Un blanchiment ménagé au chlore suivi d'un déchlorage soigné est ce qui convient le mieux et suffit pour obtenir le résultat désiré.

Lorsqu'il s'agit de tissus mixtes, les tissus, artificielle et coton, sont blanchis au chlore, les tissus, artificielle et soie, sont blanchis à l'eau oxygénée.

Lorsqu'il s'agit de soie à l'acétate de cellulose, et qu'on a à blanchir des tissus mixtes, on doit prendre des précautions toutes particulières pour éviter d'altérer cette fibre, et il est recommandable de ne pas associer à l'acétate des fibres qui nécessitent un blanchiment trop énergique.

Teinture des soies d'hydrocellulose.

Les différentes variétés de soie d'hydrocellulose : Viscose, Chardonnet, soie au cuivre, présentent des différences d'affinité suivant les colorants utilisés, mais possèdent des propriétés tinctoriales communes, tandis que la soie à l'acétate de cellulose possède des propriétés tout à fait particulières et sa teinture est toute différente ; nous l'étudierons donc à part.

Nous allons examiner comment se comportent les diverses classes de colorants dans la teinture de la Viscose prise pour type.

Colorants basiques. — Les colorants basiques possèdent une affinité plus grande pour la soie

artificielle que pour le coton. C'est la soie de nitrocellulose qui possède l'affinité la plus grande. Cela tient à ce qu'elle renferme encore des traces de nitrocellulose. La nitrocellulose possède en effet une affinité considérable pour les colorants basiques.

On peut donc teindre en couleurs claires la soie de Viscose directement avec des colorants basiques convenablement choisis ; l'addition de sulforicinate au bain de teinture augmente cette affinité mais rend les couleurs encore plus fugaces à la lumière.

Pour les couleurs foncées on est obligé de mordancer la fibre au tanin et aux sels d'antimoine, la soie artificielle n'ayant pas une affinité suffisante pour se teindre en nuances foncées. Ce procédé de teinture donne des nuances solides au lavage, mais a l'inconvénient de donner à la fibre un toucher moins soyeux que les procédés de teinture directe, aussi on tend à lui substituer le procédé de mordançage avec le mordant S.A.P.C. de la Société des Produits chimiques de Mulhouse ou le Katanol de Bayer. Ces mordants sont préparés en chauffant du phénol avec du soufre en présence d'iode, ou en chauffant l'orthochlorophénol avec du soufre. Ce sont des produits de condensation sulfurés solubles dans les alcalis, à peine colorés, qui possèdent des propriétés voisines de celles des colorants au soufre et se fixent en bain alcalin sur les fibres végétales. Comme les colorants au soufre, ils peuvent se combiner aux colorants basiques. Ils possèdent l'avantage de ne pas se colorer avec les sels de fer comme les tanins et peuvent être additionnés au bain de teinture avec les colorants substantifs, les teintures sont cependant moins solides que sur tanin émétique.

Colorants acides. — Les colorants acides qui conviennent si bien à la teinture de la laine et de la soie ne se fixent pas mieux sur la soie artificielle que sur les fibres végétales naturelles.

Certains colorants de cette famille réservent très bien la soie artificielle et sont utilisés pour obtenir des effets blancs et couleur sur les tissus mixtes, artificielle et soie, artificielle et laine.

Colorants substantifs. — Les colorants substantifs sont ceux qui offrent le plus d'intérêt pour la teinture de la soie artificielle. En effet, comme leur nom l'indique, ils se fixent directement sur la fibre sans nécessiter l'emploi des mordants.

La teinture se fait en général en bains peu alcalins additionnés de sulfate de soude, de savon ou de sulforicinate.

Les colorants substantifs ont très souvent pour la soie artificielle une affinité plus grande que pour le coton, et cela crée au teinturier des difficultés lorsqu'il a à teindre des tissus composés d'une chaîne artificielle et d'une trame coton par exemple dans les tissus satin artificiel et coton.

On arrive cependant à obtenir des résultats satisfaisants en choisissant les matières colorantes qui possèdent une affinité aussi voisine que possible pour les deux fibres et en réglant convenablement la température du bain de teinture, sa teneur en sulfate de soude, ainsi que le temps d'immersion du tissu dans le bain. La substitution du coton mercerisé au coton ordinaire donne aussi d'excellents résultats.

Un des inconvénients les plus graves de la soie artificielle, inconvénient que l'on observe le mieux dans la teinture avec les colorants substantifs provient des irrégularités de teinture résultant des différences d'affinité pour les colorants que présentent souvent les fils de soie de viscose de fabrications différentes, et même quelquefois provenant d'une même fabrication. Cet inconvénient était, il y a quelques années, la règle générale, et il était presque impossible d'utiliser la soie artificielle en trame sans qu'après teinture on observe des barrures claires et foncées qui rendaient le tissu inutilisable. Les perfectionnements apportés à la fabrication de la soie artificielle ont atténué beaucoup ce défaut d'homogénéité de la fibre, sans cependant le faire disparaître complètement.

On sait que les fils de viscose sont formés d'un plus ou moins grand nombre de fils élémentaires filés simultanément ; la moindre modification apportée soit dans la préparation de la viscose, soit dans la composition ou la température des bains de coagulation, peut donner aux fils des propriétés différentes qu'on ne peut apprécier qu'après teinture.

M. H. E. Dahlenwood, qui s'est préoccupé de cette question, a déjà montré d'une façon très nette que des fils de viscose peuvent prendre en teinture des nuances plus ou moins foncées A cet effet il a filé dans les mêmes conditions de coagulation des viscoses à des degrés de mûrissement différents, et il a constaté que les viscoses les moins mûres, à précipitation lente, étaient les plus foncées après teinture.

En filant d'autre part des viscoses au même degré de mûrissement dans des bains de coagulation plus ou moins concentrés, il a constaté que les bains les moins concentrés où la précipitation était la plus lente, donnaient également, après teinture, les fils les plus foncés.

Ces essais confirment mes observations personnelles, qui tendent à démontrer que les fils qui se gélifient le plus facilement sont ceux qui se teignent le plus énergiquement.

Il semblerait qu'étant donné ces constatations il soit très difficile d'éviter ce défaut. Cependant, d'une part, un contrôle sévère de la régularité de la fabrication, et d'autre part l'étude attentive de la teinture ont permis

d'améliorer considérablement les résultats et d'éviter dans beaucoup de cas ce grave défaut de la soie artificielle.

L'étude des colorants a montré que certains colorants accusaient considérablement ce défaut, alors que d'autres l'accusaient beaucoup moins. Whittaker lie le pouvoir d'unisson des colorants à leur degré d'affinité pour la fibre artificielle. Les colorants teignant le plus rapidement et ceux qui en solution aqueuse à froid diffusent le moins dans la fibre sont ceux qui accusent le moins les différences d'affinité résultant de la fabrication.

En se basant sur la hauteur à laquelle se teignent par capillarité des flottes de viscose plongées dans des solutions aqueuses de divers colorants substantifs, il a pu dresser une table dans

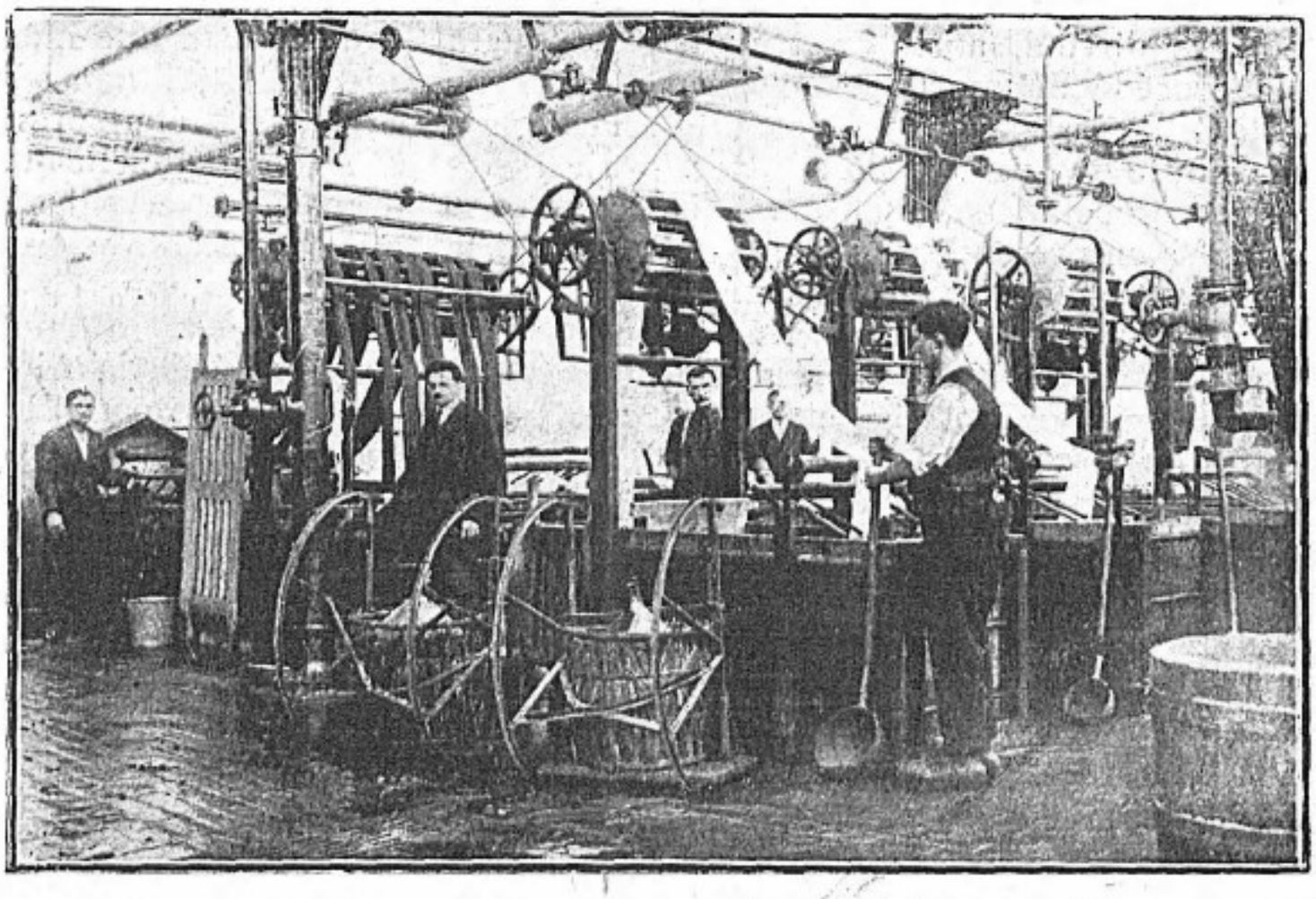


Fig. 82. — Teinture des tissus crêpes en soie artificielle

laquelle, par sélection, on peut choisir les colorants les meilleurs.

On comprend, d'autre part, qu'il ne faut pas mélanger en teinture des colorants d'affinité très différentes. C'est ainsi que le mélange de Bleu pur direct F.F. et de Chrysophénine dont l'un accuse profondément le défaut, et l'autre peu, donne un vert beaucoup plus mal uni que l'emploi de deux colorants à pouvoir diffusif égaux.

Wolstenholme a montré, d'autre part, que la température du bain, sa concentration en sulfate de soude et en alcalis ont également une influence considérable.

Enfin, il y a peu de temps, une grande firme anglaise a lancé sur le marché, sous le nom de colorants Icyl, un certain nombre de colorants substantifs spécialement étudiés pour accuser le moins possible les différences d'affinité de la soie artificielle. Ce sont des colorants polyazoïque en chaîne dont certains semblent dériver de la dioxybétadinaphtylamine disulfonée.

Ces exemples montrent combien la teinture qui, en apparence, paraît une chose extrêmement simple, est un art difficile où la recherche scientifique joue un rôle prépondérant.

Tous les procédés que l'on utilise dans la teinture du coton pour rendre les teintures plus solides aux divers agents peuvent être également appliqués à la soie artificielle.

C'est ainsi qu'on utilise le traitement aux sels de cuivre et aux bichromates qui rend certains colorants plus solides à la lumière ou au lavage. Le traitement de la formaldéhyde, la formation sur fibre de nouveaux colorants par les procédés de diazotation et de développement, l'action du diazoparanitrobenzène sur les teintures obtenues avec les colorants copulables donnent avec la soie artificielle les mêmes résultats que sur le coton.

Formation directe d'azoïques sur la fibre.

La substitution au bétanaphtol de dérivés arylés de l'acide bétaoxynaphtoïque qui possèdent la propriété d'être absorbés par les fibres végétales et de donner ensuite, lorsqu'on traite les fibres ainsi traitées par les dérivés diazoïques de diverses amines, des colorants azoïques insolubles formés directement sur la fibre, a permis de réaliser des teintures dont certaines jouissent de qualités de solidité remarquables.

La soie artificielle peut également profiter de ces procédés de teinture, et c'est ainsi qu'on utilise pour certains genres le naphtol A. S. et ses analogues. Ces substances ont une affinité plus grande pour la soie artificielle que pour le coton.

Teinture de la soie artificielle avec les colorants au soufre.

Les colorants au soufre teignent la soie artificielle comme le coton, mais comme ce genre de teinture doit s'exécuter en bains très alcalins et à haute température, la soie artificielle perd dans certains cas de ses qualités de souplesse, et la teinture avec les colorants au soufre exige des précautions spéciales.

On les emploie quelquefois pour l'exécution de teintures en uni ou en doubles teintes sur tissus mixtes, renfermant de la laine ou de la soie, par exemple, dans l'article grisaille où seule la soie artificielle et le coton sont teints, les fibres animales étant réservées par l'addition au bain de teinture de colloïdes protecteurs.

Teinture de la soie artificielle avec les colorants sur mordant.

La soie artificielle peut être teinte comme le coton avec les colorants qui se fixent sur la fibre après mordançage avec les mordants métalliques : alumine, fer, chrome, tels que l'alizarine par exemple ; mais ce procédé qui exige des manipulations longues et compliquées convient peu à la soie artificielle, qui est une fibre supportant mal les opérations mécaniques répétées ; aussi lorsqu'on veut obtenir des nuances grand teint sur viscose on a recours de préférence à la teinture avec les colorants de cuve.

Colorants à la cuve. — Les colorants, qu'il s'agisse des colorants indigoïdes, thioindigoïdes, des colorants anthraquinoniques du groupe de l'indanthrène, des amidoanthraquinones alcoylés ou des colorants indigo d'alizarine teignent tous admirablement la soie artificielle ; ils ont une très grande affinité pour la viscose et donnent sur cette fibre des nuances beaucoup plus belles et plus corsées que sur coton, dont quelques-unes sont d'une solidité absolument parfaite à la lumière, au foulon, au décreusage, au blanchiment et à la surteinture avec les colorants acides. Aussi ce genre de teinture convient particulièrement aux fils de soie artificielle devant servir à faire des fils d'effets dans des tissus mixtes renfermant des fibres animales que l'on soumet ensuite aux opérations de dégraissage, décreusage, blanchiment et teinture.

Teinture de la soie à l'acétate de cellulose.

L'acétate de cellulose a été préparé pour la première fois par Cross et Bevan, et Lederer donna en 1904 un procédé pratique pour sa préparation.

L'acétate de cellulose est soluble dans divers solvants organiques. Des essais de filage de ces solutions avaient déjà été faits en Amérique en 1905.

Les Farbwerke, d'Elberfeld, essayèrent de préparer, en 1910, un fil en filant des solutions à 15 % dans le chloroforme et le tétrachlorure d'acétylène et précipitant par la benzine ; mais les essais furent abandonnés après quelques mois d'application.

Dreyfus, de Bâle, reprit cette question et céda ses brevets à une société anglaise. Le fil obtenu fut baptisé Célanèse. Actuellement, l'usine de Spondon, de la British Célanèse C°, fabrique plus de 6.000 kg. de soie à l'acétate par jour.

La Société Chimique des Usines du Rhône a, la première en France, monté la fabrication de la soie à l'acétate de cellulose, qui est produite au Péage de Roussillon et à Lyon, et est vendue sous le nom de Rhodiaséta.

La Société de Tubize exploite également à Vénissieux, près Lyon, le procédé Dreyfus et fabrique le fil dit de Sétilose.

La soie à l'acétate de cellulose est une fibre qui, par ses propriétés diffère tout à fait des autres soies artificielles. Elle ne se laisse pénétrer que très difficilement par les solutions aqueuses, et alors que les autres soies artificielles se gonflent et se gélifient très facilement, perdant la majeure partie de leur résistance quand on les mouille, il n'en est pas de même de l'acétate de cellulose.

Comme Levrat l'a démontré, le fil de soie acétate est, de toutes les fibres, la moins hygrométrique ; à l'état normal il ne renferme que 4 à 5 % d'eau, alors que dans les mêmes conditions atmosphériques toutes les autres fibres renferment de 10 à 14 % d'eau.

Les premiers essais de teinture de l'acétate de cellulose avaient échoués complètement ; le fil Bayko de Bayer était teint dans la masse à la filature ou servait à faire des fils d'effets qui ne se teignaient pas lorsqu'on teignait les autres textiles avec lesquels il était tissé.

Il a fallu l'audace et la ténacité d'un homme comme Dreyfus pour monter en Angleterre une fabrication de 6.000 kg. de célanèse par jour sans savoir comment on pourrait la teindre.

Les colorants substantifs qui teignent si facilement la viscose ne teignent pas la soie à l'acétate de cellulose, et il en est de même de la plupart des colorants acides qui teignent facilement les fibres animales; cependant on remarqua qu'un certain nombre de colorants à caractère acide faible possédaient une très légère affi-

nité pour la soie à l'acétate de cellulose, je citerai par exemple : la roccelline, l'orangé 2, le jaune de métanile, le jaune indien, l'alizarine saphirol S.E., l'alizarine irisol, le bleu d'alizarine direct A ; ces colorants sélectionnés et quelques colorants spéciaux furent mis dans le commerce par la British Dye C° Ltd sous le nom de colorants Cellutyl.

L'affinité de ces colorants était cependant trop faible pour permettre d'obtenir des nuances foncées et la solidité de ces teintures laissait beaucoup à désirer.

Clavel, de Bâle, remarqua le premier que certains colorants oxaziniques de la famille de la gallocyanine teignaient assez bien l'acétate de cellulose en nuances bleues ou violet bleu lorsqu'on additionnait le bain de teinture d'un peu d'acide acétique et de chlorure de magnésium ; malheureusement ces teintures étaient très fugaces à la lumière.

Ces teintures directes ne permettant pas d'obtenir un résultat satisfaisant, on chercha dans deux voies différentes la solution du problème de la teinture de la soie à l'acétate de cellulose.

La première cherchait à modifier légèrement la constitution de la fibre, de façon à la rendre apte à fixer les colorants substantifs.

Cette méthode consistait à désacétyler légèrement l'acétate de cellulose, de préférence, superficiellement. Lorsque la fibre a perdu 3 à 4 % d'acide acétique, elle se teint très facilement avec la plupart des colorants substantifs.

Un très grand nombre de procédés furent brevetés, dans lesquels on utilisa les alcalis et les sels alcalins les plus divers, à froid ou à chaud, en présence ou en l'absence de diverses substances. Ces procédés donnèrent quelques résultats ; malheureusement, la désacétylation, en modifiant la fibre, lui fait perdre, en même temps qu'une partie de son poids, la plupart des qualités qui font le grand intérêt de cette fibre. Elle perd, en effet, de sa ténacité, de son élasticité, de sa résistance au mouillage, en même temps que son toucher est modifié de façon préjudiciable. Aussi on ne tarda pas à renoncer à cette méthode qui, au surplus, est difficile à régler, et n'est plus utilisée à l'heure actuelle, que par certains techniciens qui n'ont pu s'adapter aux méthodes nouvelles.

Cette méthode ayant échoué, le deuxième procédé suivi consista à tâcher d'augmenter le pouvor tinctorial de l'acétate de cellulose pour les colorants basiques.

Les colorants basiques ont en effet une légère affinité pour la soie d'acétate, et cette affinité peut être exaltée par différents traitements qui ne modifient pas sensiblement la constitution de la fibre.

Tel est le cas de l'action des acides organiques : acide acétique, acide formique breveté par la société chimique des Usines du Rhône, l'emploi des sulfocyanures (British Célanèse C° Ltd) des sels de pyridine (Kuhlmann), de divers sels minéraux, tels que chlorure de magnésium (Clavel), des nitrates, et en particulier du nitrate de zinc (Celloxane de Bayer), de l'acide salicylique, de la naphtaline sulfonée (Geigy), etc...

Le procédé peut s'appliquer suivant les cas de deux façons différentes : par mordançage préalable suivi de la teinture ou par addition directe du mordant au bain de teinture.

L'action de ces diverses substances est une action gélifiante sur la fibre qui, par le traitement préalable, se gonfle et devient perméable, permettant l'adsorption du colorant. Il est facile de démontrer qu'il en est bien ainsi. En effet, tous les dissolvants de l'acétate de cellulose exercent une action analogue et si après mordançage et lavage on laisse sécher la fibre avant la teinture, celle-ci ne se teint pas mieux que si elle n'avait subi aucun traitement.

Dans certains cas, cependant : celloxane, sulfocyanures, il s'ajoute à cette action gélifiante du réactif une véritable action de mordançage, les colorants basiques étant transformés sur la fibre en sels complexes moins solubles.

Ces procédés de teinture ont rendu des services, mais les colorants basiques ne sont en général pas assez solides à la lumière pour qu'on puisse baser la teinture de la nouvelle fibre uniquement sur leur utilisation.

On reprit alors des expériences déjà anciennes basées sur une propriété très curieuse de l'acétate de cellulose. Cette fibre, si rebelle à la teinture avec les colorants usuels, fixe avec une très grande facilité certaines bases aromatiques.

Le groupement amidogène, alcoylé ou non, semble conférer aux substances aromatiques la propriété de se fixer par teinture sur l'acétate de cellulose.

La présence de groupements salifiables, et particulièrement le groupement sulfonique, annihile ce pouvoir tinctorial. C'est ainsi que la soie à l'acétate de cellulose fixe énergiquement les bases, telles que l'aniline, les naphtylamines, la benzidine, la tolidine, la dianisidine, ainsi que les bases nitrées, alors qu'elle ne fixe pas l'acide sulfanilique, l'acide naphtionique, par exemple.

Les amines, une fois fixées sur la fibre, peuvent être diazotées, puis copulées à des amines ou à des phénols et engendrer ainsi sur la fibre des colorants insolubles qui permettent de réaliser des teintures très solides au lavage. Cette propriété est particulière à l'acétate de cellulose et ce procédé de teinture a permis de réaliser sur des tissus mixtes des effets de réserve fort intéressants.

De sels d'amines convenablement choisis et

préparés ont été mis dans le commerce par les fabriques de matières colorantes pour réaliser ces genres de teinture. On trouve dans le commerce ces substances sous le nom d'Acétylines (Saint-Denis), Acétonines (Kuhlmann), Acédronol (Bàdische), Azanil (Meister), Azonines (Cassella), Azols (Griesheim), Cellitazol (I.G. Farbenindustrie).

Ce procédé de teinture, qui marquait un grand progrès sur les procédés que je vous ai précédemment décrits, présentait des difficultés d'application assez grandes, particulièrement en ce qui concerne l'échantillonnage.

Le fait que les colorants azoïques insolubles ainsi obtenus sur la fibre possédaient une grande solidité au lavage, a incité à rechercher s'il ne serait pas possible de teindre l'acétate de cellulose avec des colorants non sulfonés.

Dans divers laboratoires on avait déjà remarqué que certains colorants dits au gras : amidozobenzène, amidoazotoluène, certains azoïques insolubles dans l'eau, teignaient assez bien l'acétate de cellulose sur bain de savon.

On chercha à appliquer cette méthode à d'autres colorants et on entreprit des recherches qui aboutirent à la découverte de colorants spéciaux ayant une affinité sélective pour l'acétate de cellulose.

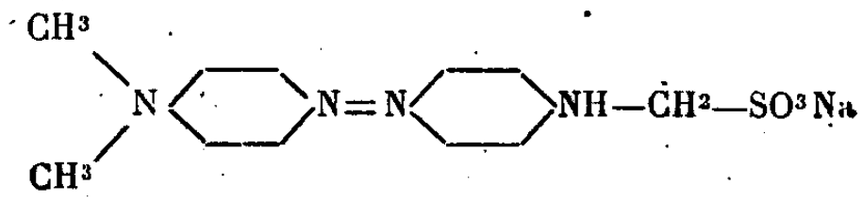
C'est aux laboratoires de la British Célanèse que revient le mérite d'avoir mis les premiers dans le commerce ces colorants sous une forme directement applicable à la teinture. Dreyfus et ses collaborateurs, Ellis en particulier, eurent en 1924 l'idée d'employer ces colorants à l'état de pseudosolution après dispersion dans du sulforicinate de soude. Les premiers colorants ainsi livrés dans le commerce furent vendus sous le nom de colorants célanèse SRA ; ils étaient, à l'origine, constitués par des azoïques insolubles, jaunes, orangés et rouges, à poids moléculaire peu élevé, renfermant des groupements amidogènes alcoylés ou non, des oxynitrodiphénylamines et des bleus constitués par des indophénols.

Un très grand nombre de colorants insolubles ne peuvent être utilisés par cette méthode, car, quoique fort dispersés, ils ne possèdent aucune affinité pour l'acétate de cellulose, tel est le cas de beaucoup d'azoïques, des colorants au soufre, des colorants indigoïdes et thioindigoïdes, des dérivés de l'indanthrène, etc.

Green et Saunders, à peu près à la même époque, trouvèrent un procédé permettant de rendre solubles à l'eau les colorants amidoazoïques tout en leur conservant la propriété de teindre l'acétate de cellulose.

Pour cela, ils traitèrent ces colorants par du bisulfite de soude et de la formaldéhyde, ils solubilisèrent ainsi ces colorants en les transformant en dérivés méthyloméga sulfoniques.

C'est ainsi que le diméthyldiparamidobenzène, par exemple, donne le colorant ci-dessous :

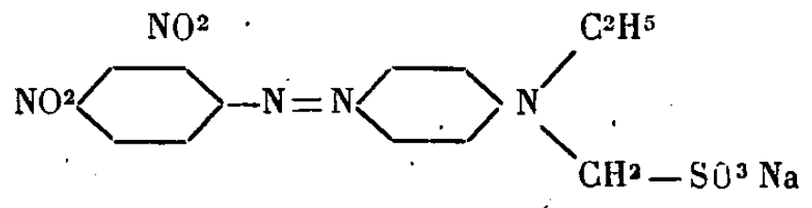


Ce colorant, très soluble dans l'eau, peut être utilisé pour teindre l'acétate de cellulose. Au cours de la teinture, qui se fait en général au bain légèrement acide, il s'hydrolyse très lentement et la base amidoazoïque difficilement soluble, ayant une très grande affinité pour l'acétate de cellulose, est absorbée au fur et à mesure de sa production ; la fibre se teint en jaune vif. Ce colorant peut être diazoté sur fibre et copulé à des amines ou des phénols en engendrant de nouvelles couleurs fort intéressantes.

Ces colorants ont trouvé une place dans la teinture de l'acétate de cellulose et ont été appelés Ionamines.

Au lieu de solubiliser les colorants par l'action de la formaldéhyde et du bisulfite de soude, on peut obtenir des ionamines en faisant réagir les dérivés diazoïques sur les amines méthylomégasulfoniques.

En faisant réagir le diazoïque de la dinitraniline, par exemple, sur la monoéthylaniline méthyloméga sulfonique, on obtient une ionamine rouge non diazotable, répondant à la constitution suivante :



D'autres procédés ont également été utilisés pour obtenir des colorants solubles teignant l'acétate de cellulose.

La Badische a breveté en 1923 l'emploi de colorants solubilisés par le bisulfite de soude, c'est un procédé déjà utilisé en 1883 pour solubiliser certains azoïques et les rendre applicables à l'impression.

Une autre série de colorants intéressants ont été préparés par Braddiley, Hill et Anderson. Dans ces colorants, la solubilisation est obtenue par l'introduction du groupe carboxylique qui a une action moins nuisible que le groupement sulfonique. Les colorants carboxylés obtenus en faisant réagir les diazos des acides amidobenzoïques et amidosalicyliques sur les amines teignent bien l'acétate de cellulose toutes les fois que l'introduction du groupement carboxylique, en rendant le colorant soluble à l'eau, ne diminue pas sa solubilité dans les solvants organiques.

Une découverte remarquable fut faite par les laboratoires de la British Célanèse C° Ltd. En

1924 ils remarquèrent que les colorants algols qui ne teignent pas l'acétate de cellulose, teignent de façon remarquable cette fibre lorsqu'ils ont été débenzoylés.

L'étude qui fut faite des amido et amido-oxyanthraquinones permit de découvrir une série de colorants orangés, rouges, violets et bleus tout à fait remarquables par leur solidité et l'éclat de leurs nuances. Ces colorants furent mis dans le commerce par la British Célanèse C° Ltd et vinrent heureusement compléter la série de leurs colorants célanèse SRA. Ils furent ensuite préparés par la British Dye et vendus sous le nom de colorants Duranol ; ils sont actuellement préparés par un assez grand nombre de fabriques de matières colorantes. Ce sont les colorants acétoquinones de Kuhlmann, Cibacète de la Société pour l'Industrie Chimique à Bâle, Imacol de Sandoz, Sétacycle directs de Geigy, Célatène de la Scottish Dye, Celliton de la I.G. Farbenindustrie, Cellacet de Kalle, Cellite solides de Cassella et Cie.

Ces colorants ont une très grande affinité pour la soie à l'acétate de cellulose une légère affinité pour les fibres animales et ne teignent pas la viscose et les fibres végétales.

Tels sont, à l'heure actuelle, les principes sur lesquels reposent la teinture des soies artificielles et les procédés sur lesquels les techniciens se basent pour résoudre les problèmes fort complexes que présente la teinture des tissus mixtes.

Je voudrais que l'exposé un peu aride de ces principes élémentaires donne une idée des difficultés que doit vaincre le technicien pour réaliser la teinture de tissus aussi compliqués, dans lesquels se trouvent souvent mélangés de la soie écrue, de la laine, de la viscose, de la soie à l'acétate, du coton, et quelquefois des fils de métal, or ou argent qu'il faut décreuser, blanchir et teindre dans les nuances quelquefois les plus opposées.

Ceci montre combien la connaissance approfondie de la chimie est nécessaire pour suivre avec succès les progrès incessants de l'industrie textile, qui ne se contente plus maintenant de colorer les divers textiles avec des substances colorantes tirées de la nature, mais qui prépare synthétiquement non seulement les colorants, mais aussi les fibres elles-mêmes.

NOTES ET ACTUALITÉS

Histoire des sciences

Le rôle des mathématiques et des hypothèses dans la physique de Newton. — On a fêté, en 1927, le deuxième centenaire de la mort de Newton. C'est là une excellente occasion pour examiner, en nous inspirant d'une étude de M. A. J. Snow (*Scientia*, juillet 1927), quelques-unes des idées directrices de la philosophie scientifique de Newton.

Newton a nettement précisé le rôle que les mathématiques doivent jouer dans les sciences physiques. Pour lui, il ne saurait être question d'opposer la physique mathématique à la physique expérimentale. Les expériences servent à accumuler les données sur lesquelles doit s'appuyer l'explication mathématique. Les résultats de la physique expérimentale doivent se traduire en langage mathématique, mais les mathématiques ne peuvent pas constituer une discipline indépendante des faits et, en aucun cas, elles ne sauraient nous donner la vérité *a priori*. « Le rôle exact des mathématiques dans la philosophie naturelle de Newton n'est pas d'établir la science mathématique ni des théorèmes mathématiques ; ce n'est pas non plus d'établir des liaisons *a priori* entre différents faits. Ces liaisons pourraient être connues empiriquement. Le rôle des mathématiques est de rendre la liaison plus facile à obtenir et de servir à découvrir et à exprimer des lois, non à les prouver, et bien moins encore à prouver qu'elles ont une valeur éternelle. »

En cela, la méthode de Newton s'oppose nettement à celle de Descartes. Le grand philosophe avait développé la doctrine des caractéristiques géométriques de la matière, d'un point de vue métaphysique. Pour Newton, au contraire, ces quantités purement géométriques de la matière, d'origine métaphysique n'ont aucun sens parce que les propriétés sont toujours découvertes expérimentalement. La forme ou la figure, l'impénétrabilité, le volume, la densité, et toutes les autres qualités de la matière, disait Newton, sont des qualités physiques, tout comme la chaleur ou la tension, et ne sont pas simplement des attributs géométriques de l'extension. Il est impossible, pensait-il, de dériver toutes ces propriétés *a priori* de la simple configuration de la matière, et bien moins encore d'expliquer toute la physique à l'aide des propriétés géométriques de la matière.

Pour Newton, la philosophie, qui s'occupe des causes premières et des causes finales, bien que n'étant pas à la tête de la science, n'est pas en dehors d'elle ; elle est le résultat et vient à l'achèvement des connaissances scientifiques. « Si chaque progrès véritable fait dans cette philosophie naturelle, écrit-il dans son *Optique*, ne nous amène pas immédiatement à la Connaissance de la Cause, il nous en rapproche. »

Les cartésiens pensaient que les sciences mathématiques nous donneraient *a priori* les lois réelles et absolument vraies de la nature et que l'expérience ne devrait être employée que pour les vérifier. Newton, au contraire, ne pensait pas que l'emploi de synthèses mathématiques *a priori* puisse donner des lois absolument vraies. Les causes et les relations qui existent dans la nature sont nombreuses et la connaissance que nous en avons est faible. Newton disait que les lois ont trait, en réalité, aux relations, qui sont mathématiques, et non aux causes, qui ne sont pas nécessairement mathématiques.

Comme Galilée, il pensait avec raison que ces formules

mathématiques doivent être modifiées à mesure que le savoir progresse; il ne faisait même pas d'exception pour sa loi de la gravitation universelle.

On sait le dédain que Newton professait pour les hypothèses, qu'il considérait uniquement comme des moyens de recherches et non comme l'expression de la vérité. Peu importent, disait-il, les hypothèses adoptées pourvu qu'elles conduisent à la même loi mathématique : l'interprétation de la loi variera avec les différentes hypothèses, mais la forme mathématique sera toujours la même. C'est pourquoi la nature de l'hypothèse est, en réalité, semblable à la nature des définitions. L'auteur de l'article cite, à ce propos, la lettre que Newton écrivait à Cotes au sujet de sa révision des *Principia* : « ... pour empêcher des objections à l'emploi du mot « hypothèse », je désire que vous terminiez le paragraphe suivant de cette manière : « Car tout ce qui n'est pas déduit des phénomènes doit être appelé une hypothèse; et les hypothèses soit métaphysiques, soit physiques, soit de qualités occultes, soit mécaniques, n'ont pas de place dans la philosophie expérimentale. Dans cette philosophie, des propositions particulières sont inférées des phénomènes et ensuite rendues générales par induction... Et pour nous, il suffit que la gravitation existe réellement, et agisse suivant les lois que nous avons expliquées, et puisse abondamment rendre compte de tous les mouvements des corps célestes et de notre mer. »

A. Bc.

Physique

Champs électriques et magnétiques de grande puissance. — Dans des buts divers, tant scientifiques que techniques, on cherche à produire des champs électriques et magnétiques aussi intenses que possible. L'état actuel de ces tentatives a fait l'objet de l'allocution présidentielle de Sir Ernest Rutherford (1) à la Royal Society, le 30 novembre 1927.

Les machines électrostatiques modernes donnent couramment 200.000 à 300.000 volts, différences de potentiel que fournissent aussi, mais alors d'une manière intermittente, les grosses bobines d'induction bien isolées. Les transformateurs des installations médicales de rayons X, pour la thérapie profonde, entretiennent dans les ampoules des courants de quelques milliampères sous 300.000 à 500.000 volts. Avec le transformateur de Tesla, alimenté par la décharge d'une batterie, on a des tensions particulièrement élevées; mais, à cause de la rapidité des oscillations dans le primaire et de l'énergie relativement faible recueillie ou secondaire, l'appareil n'a qu'une application limitée : il sert surtout à la vérification des isolements sur les lignes de haute tension.

L'accouplement en cascade de transformateurs, dont le courant secondaire de l'un passe dans le circuit primaire du suivant, permet de surélever à volonté la tension, avec de seules réserves relatives à l'encombrement et à la dépense. La General Electric Company obtient des millions de volts avec des installations conçues sur ce principe. Les chiffres pour imposants qu'ils soient déjà, demeurent très loin encore, néanmoins, des milliards de volts mis en jeu dans les éclairs lumineux naturels.

Au laboratoire, c'est surtout pour l'excitation des tubes à vide que le physicien a besoin de tensions élevées, afin d'obtenir des atomes et des électrons rapides, rayons positifs et rayons cathodiques. Comme l'a découvert Lenard en 1894, il est possible de faire sortir les rayons cathodiques, du tube à décharge, à travers une paroi très mince. Mais, dans ces premiers essais, où les tensions dépassaient rarement 80.000 volts, une petite épaisseur d'air suffisait pour arrêter les rayons cathodiques. Récemment, aux Etats-Unis, Coolidge a construit de nouveaux tubes, où l'épuisement le plus complet est réalisé grâce aux progrès de la technique du vide, et où l'émission électronique est assurée par un fil incandescent. Dans le dispositif de Coolidge, fonctionnant sous 300.000 volts, les électrons émergent d'une fenêtre de nickel-chrome, épaisse d'un millième de millimètre environ.

En disposant en série plusieurs tubes à vide, on peut accélérer les électrons par des chutes de potentiel supérieures encore. Avec trois de ces tubes donnant sous 900.000 volts un courant de 1 à 2 milliampères, Coolidge obtient, à l'issue de la fenêtre du dernier tube, un pinceau intense d'électrons rapides, dont les effets se trahissent, dans l'air traversé, jusqu'à une distance de deux mètres, en particulier par l'excitation de fluorescences caractéristiques.

Sous ces hautes tensions, les électrons ne possèdent qu'une énergie individuelle très inférieure à celle des particules rejetées spontanément par les substances radioactives. Il faut se souvenir, en effet, que les particules alpha du radium C sont émises avec l'énergie d'électrons tombant sous 7,6 millions de volts, que les particules béta les plus rapides sont émises avec l'énergie d'électrons tombant sous 3 millions de volts. Pour exciter des rayons X du pouvoir pénétrant des rayons gamma, il faudrait accélérer par plus de 2 millions de volts. D'autre part cependant, dans les tubes à vide, les électrons émis sont relativement très nombreux. Par exemple, en un temps donné, un courant de deux milliampères fournit autant d'électrons que le feraient 150.000 grammes de radium.

Rutherford s'est ensuite préoccupé de la production des champs magnétiques élevés. Dans les électroaimants établis dans ce but, le champ est limité par la saturation magnétique du fer. On concentre, dans une certaine mesure, l'induction magnétique, en construisant des appareils de grandes dimensions à pièces polaires coniques. Avec le grand électroaimant Weiss, on récupère, soit 80.000 gauss dans un volume de l'ordre d'une tête d'épingle, soit 50.000 gauss dans une vingtaine de millimètres cubes, et on ne dépasse guère 35.000 gauss dans l'espace nécessaire à la plupart des manipulations. Dans le modèle projeté par Cotton, l'entre fer utile,très accru, permettra d'étendre sensiblement les possibilités expérimentales.

Pour intensifier encore, il faut, en renonçant à l'électroaimant, se borner à obtenir des champs instantanés, et à cette fin, on peut s'adresser à la décharge d'un gros condensateur à travers une bobine, selon la méthode de Kapitza. On a construit une bobine produisant jusqu'à 320.000 gauss sans risque de fracture. Ces champs intenses, ont permis des enregistrements photographiques des plus intéressants pour le phénomène de Zeeman, pour l'incurvation des trajectoires alpha dans le champ magnétique, etc. Au laboratoire Cavendish, à Cambridge, on a entrepris, par des méthodes oscillographiques, l'étude des intensités instantanées respectives du courant et du champ.

Rutherford ne prévoit pas que l'application, même de millions de gauss parvienne à perturber les édifices atomiques, au sein desquels s'exercent vraisemblablement des champs magnétiques considérables. De ce point de vue, le procédé même perfectionné serait donc destiné à demeurer très peu efficace en comparaison des bombardements par particules alpha de haute vitesse, qui ont abouti à la désintégration artificielle de certains noyaux.

S. V.

(1) *Nature* (de Londres), 3 décembre 1927.

Electricité

Dispositif éliminant les effets de bord dans les mesures de pertes en haute fréquence dans les diélectriques. — Pour mesurer les pertes dans un diélectrique solide, on place d'habitude l'échantillon entre deux électrodes (qui peuvent être du mercure), constituant ainsi un condensateur et appliquant les méthodes ordinaires. Le calcul de la capacité notamment est sujet aux erreurs dues aux effets de bord. Pour obtenir des résultats corrects, l'emploi d'un anneau de garde semble indiqué et voici la disposition imaginée par R. M. Wilmotte.

La f.e.m. à haute fréquence est induite dans une bobine B constituée par du fil divisé à brins isolés. Comme l'indique la figure, un des brins est relié à l'anneau de garde et à la borne à la masse de C. Les autres brins sont reliés comme d'habitude à la capacité C et au condensateur à l'essai. De cette façon, l'anneau de garde est toujours au même potentiel (à une très faible chute chimique près) que celui des plaques isolées de C. On voit que l'appareil de mesure A ne mesure pas le courant à travers l'anneau de garde, de sorte que la mesure de la résistance équivalente du condensateur peut être faite par les méthodes usuelles, par variation de résistance, par exemple.

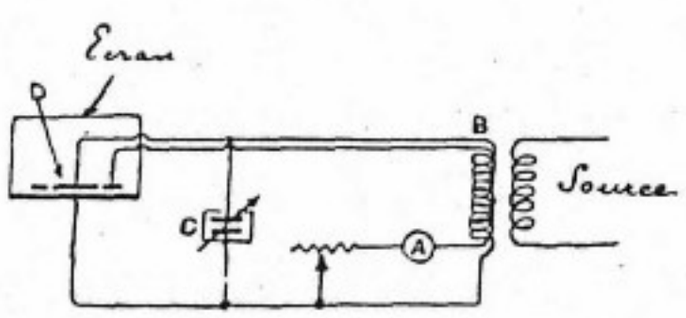


Fig. 83

P. Abadie.

Botanique

Léon Guignard, 1852-1928 (1). — . . . . . .
. . . . . : : :

Serviable, excellent, esprit très fin, Guignard personnifiait la modestie, alliée au savoir et à une charmante bonhomie. Sa physionomie, illuminée par un regard très vif, dénonçait le chercheur. Toujours en éveil, sa pensée a ouvert des voies nouvelles et élaboré des idées fécondes auxquelles la botanique est redevable de magnifiques et fructueuses découvertes.

Docteur ès-sciences naturelles et lauréat de l'Ecole supérieure de Pharmacie, en 1882 il débuta dans la carrière scientifique comme préparateur de botanique au Muséum. Chargé des fonctions d'aide naturaliste, dans cet établissement, presque aussitôt nommé professeur de botanique à la Faculté des Sciences de Lyon, il était chargé définitivement, quatre ans après, du même enseignement à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris. Il devint membre de notre Académie en 1895, et il occupa le fauteuil devenu vacant par la mort de Duchartre.

Au début de sa carrière, Guignard s'est attaché à préciser les conditions anatomiques qui préparent et accompagnent la multiplication des cellules dans les végétaux. Il a apporté des contributions de première importance à l'étude des phénomènes complexes qui se manifestent au cours de cet acte fondamental de la vie des plantes.

La cellule, organisme élémentaire des tissus vivants, se mutiplie par voie de segmentation, et le phénomène se produit, en général, après la division du noyau qu'elle renferme et qui joue un rôle capital dans la vie de cet organisme. A l'époque à laquelle remontent les premières recherches de notre confrère, l'étude du mécanisme de cette division était à peine ébauchée.

Les faits suivants, qui se produisent successivement, ont été petit à petit mis en lumière. Isolé par une membrane du milieu vivant semi-fluide, appelé le protoplasme, dans lequel il est plongé, le noyau renferme des nucléoles et un filament à replis multiples, formé d'une substance homogène dans laquelle sont alignées des granulations, possédant la propriété de fixer énergiquement certaines

Fig. 84. — Le Professeur Léon Guignard
Membre de l'Institut
(Photo Ribaud)

matières colorantes, d'où l'épithète « chromatique » ajoutée à la désignation de ces organes et de ceux qui en dérivent. Au cours des métamorphoses du noyau, le filament prend l'aspect d'un peloton lâchement enroulé, les nucléoles se résorbent, les granulations chromatiques se coupent et forment deux séries parallèles, le filament se sépare en tronçons ou segments chromatiques dont le nombre est fixe dans certains tissus, la membrane disparaît, le protoplasme envahit le noyau et engendre les fils d'un fuseau à l'équateur duquel les segments chromatiques se disposent en étoile. Ces segments se dédoublent alors dans le sens de leur longueur; puis chacune des séries de granulations se sépare de sa jumelle, glisse le long des fils du fuseau, vers l'un et l'autre pôle, pour former, dans leur voisinage, deux étoiles rayonnantes.

(1) Extrait de l'allocution prononcée par M Hamy, Président de l'Académie des Sciences, à la séance du 12 mars 1928.

De nouveaux fils se produisent; à partir de ce moment, entre les étoiles, constituant une sorte de tonneau à l'équateur duquel se forme l'organe appelé plaque cellulaire, origine de la cloison séparatrice de deux jeunes cellules. Simultanément, près de chacun des pôles, les segments chromatiques secondaires, résultant du dédoublement des segments primitifs, se soudent; la membrane nucléaire et les nucléoles apparaissent. Deux nouveaux noyaux complets sont alors formés.

Communs au règne végétal et au règne animal, ces phénomènes ont nécessité, avant d'être bien connus, de longs et difficiles travaux parmi lesquels ceux de Guignard occupent une place très importante. C'est à lui que l'on doit notamment la démonstration du dédoublement longitudinal des segments chromatiques et la découverte du transport en sens inverse de chacun d'eux vers les pôles. Ce dédoublement, quelle que soit la longueur relative des segments primitifs, assure l'égalité de la substance chromatique entre les deux nouveau noyaux. Par là s'est trouvée établie l'analogie complète de la division nucléaire chez les animaux et les plantes.

A ces métamorphoses se rattache la découverte, faite par Guignard, dans le protoplasme entourant le noyau de la cellule végétale, de petites masses sphéroïdales, appelées sphères directrices, qui entrent en activité avant la division du noyau et occupent l'un et l'autre pôles du fuseau, durant la succession des phases caractérisant cette division. Chacune d'elles se dédouble, au moment où les nouveaux noyaux prennent naissance, et se transmettent sans discontinuité d'une cellule à l'autre, comme les segments chromatiques, pendant la vie entière de la plante.

Quelle part le mécanisme des métamorphoses du noyau et les sphères directrices ont-ils dans l'acte de la fécondation. Dans cette recherche, notre confrère a poussé l'investigation aussi loin que possible, s'attachant à reconnaître comment se forment les cellules mâles et femelles, dans les organes spéciaux des plantes, et en quoi elles se différencient des cellules purement végétatives. Comparés aux noyaux de ces dernières, il a vu que ceux des cellules mâles et femelles ne sont que des demi-noyaux, fruits d'un mode de formation particulier. Incapables de se développer isolément, leur union est nécessaire, pour les tirer de cette sorte de léthargie. Mais la fécondation ne résulte pas seulement de cette union, encore faut-il que se réalise la fusion préalable des sphères directrices appartenant à chacun d'eux. Guignard a montré les importantes conséquences attachées à ces phénomènes remarquables, tant au point de vue de la fécondation que de la transmission des caractères. Leur connaissance lui a permis de préciser, chez les hybrides, les causes de stérilité tant de l'organe mâle que de l'organe femelle.

Guignard a étudié le corps reproducteur mâle des Cryptogames, dont les organes génitaux sont dissimulés, en vue de découvrir sa structure et de quelle partie de la cellule mère il tire son origine. Dans les Phanérogames, ou plantes à fleurs, il a cherché la clef des mystères entourant le mode de formation de l'organe femelle ou sac embryonnaire. Ces recherches, couronnées en 1891 par prix Bordin, laissaient de côté un point obscur dont il est venu à bout quelques années après. On savait que deux cellules mâles sont toujours engagées dans le tube pollénique de l'organe femelle. L'une intervient dans la fécondation, pour créer l'embryon. Ses travaux l'ont conduit à mettre en évidence le rôle de la seconde; tandis que le savant russe Nawaschin obtenait simultanément le même résultat. Elle a pour fonction de fournir l'albumen, tissu de réserve servant à la nourriture de l'embryon. Cette propriété, découverte chez le *Lilium Martagon*, Guignard l'étendit à un grand nombre de plantes, appartenant aux familles les plus variées, et en tira d'autres conséquences pleines d'intérêt.

Dans le domaine de l'embryogénie végétale, ses recherches sur les Légumineuses lui ont permis, en particulier, d'établir d'une manière définitive le rôle du suspenseur de l'embryon, tantôt purement mécanique, tantôt physiologique. Suivant pas à pas, d'autre part, dans un grand nombre de familles, la transformation de l'ovule en graine, notre confrère a pu mettre en lumière la diversité d'origine de ce tégument et ses nombreuses variations d'une plante à l'autre, fussent-elles de la même famille.

Les organes de sécrétion ont donné lieu, de la part de Guignard, à de fort intéressantes observations concernant l'existence d'un système sécréteur à mucilage particulier, chez les Laminaires. Certaines Légumineuses, donnant des oléo-résines, présentent aussi, d'après ses recherches, des canaux de formation et d'organisation tout à fait spéciales.

L'examen de la localisation des diastases et des glucosides, dans les végétaux, l'a conduit à découvrir leur existence dans des familles où elle était insoupçonnée. Ces principes actifs fournissent les essences propres à certaines plantes et l'acide cyanhydrique dans d'autres dont il a étendu la liste. A cet égard, c'est grâce à lui que le pois de Java a été procrit, en France, pour l'alimentation, en raison de la dose toxique de ce poison qu'il est susceptible de produire. Ses recherches sur les végétaux à glucosides cyanogénétiques, l'ont amené à étudier l'influence réciproque des plantes associées par le greffage. Il arrive que malgré les échanges de matières qui s'effectuent, pour la nutrition et le développement des individus en rapport, certaines substances, telles que les glucosides en question, peuvent rester localisées dans l'un ou l'autre conjoint, chacun conservant son chimisme propre et son autonomie.

Les travaux bactériologiques de Guignard ont été entrepris en vue d'étudier l'action des agents extérieurs, en particulier des substances chimiques ou antiseptiques, sur certains microbes. Dans ces conditions, on peut leur faire prendre presque toutes les formes connues chez les Bactéries. Mais, quand on les replace dans les conditions normales ils reprennent peu à peu leurs caractères typiques, d'où il résulte cette conclusion importante que l'espèce n'est pas moins fixe chez les bactéries que chez les organismes plus élevés.

J'ajouterai que, grâce à Guignard, la botanique a permis, entre autres services, pendant la guerre, d'éventer le secret d'une dangereuse invention de nos ennemis. Des grenades, laissées dans les tranchées abandonnées par eux, éclataient soudain au bout d'un certain temps. Notre confrère en découvrit la cause. Ces engins contenaient un fragment végétal particulier dont le gonflement progressif, sous l'infulnece de l'humidité, était capable, à un moment donné, de déclencher un percuteur.

Tel est, dans ses grandes lignes, le résumé de l'œuvre de Guignard qui s'étend sur le domaine entier de la biologie végétale.

Désireux de disparaître simplement, comme il a vécu, notre confrère a exprimé la volonté de descendre dans la tombe sans aucun apparat. Ce témoignage suprême de modestie n'a pas surpris ceux qui l'ont connu et dont les regrets, provoqués par sa mort, survenue à 75 ans, ne sont que plus profonds. L'Académie gardera pieusement le souvenir de ce savant éminent qui lui a fait grand honneur.

MAURICE HAMY,
Président de l'Académie des Sciences.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 27 février 1928.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Th. Anghelutza.* — **Sur les noyaux symétriques et symétrisables généralisés.**

— *A. Buhl.* — **Opérateurs permutables et groupes de transformations.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *O. Onicescu* (prés. par M. E. Borel). — **Propriétés topologiques de la transformation définie par une fonction uniforme de la variable complexe *z*.**

— *J. Wolff* (prés. par M. E. Borel). — **Une propriété des séries de fractions rationnelles.**

RELATIVITÉ. — *Girault* (prés. par M. L. Lecornu). — **Le principe de la relativité et la loi de la gravitation.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *M. Brillouin.* — **Théorie cinétique d'un gaz au voisinage d'une paroi. Position du problème mathématique.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *P. Fatou* (prés. par M. Goursat). — **Sur le sens du déplacement du nœud de certaines orbites.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Svyngedauw* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur les déformations de l'élément de courroie qui aborde la poulie.**

— *E. Baticle* (prés. par M. A. Mesnager). — **Sur la théorie de l'équilibre des massifs pesants soumis à des sous-pressions et son application à la stabilité des barrages et des talus.**

— *Mesnager.* — **Observations au sujet de la Note de M. Baticle.**

MÉCANIQUE. — *Ch. Dévé* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Machines à translations épicycloïdales automatiques pour surfacer les verres d'optique.**

La nouvelle machine construite par l'Institut d'Optique, réalise des translations apicycloïdales qui imitent les translations du travail à la main et qui sont obtenues sans aucune bielle. La machine ne comporte qu'un seul arbre qui est vertical et porte l'outil ou le verre à travailler. Cette machine, de fabrication très simple, permet d'obtenir rapidement et sûrement d'excellentes surfaces optiques satisfaisant au contrôle interférentiel, à condition qu'elle soit réglée et conduite en respectant les principes de la cinématique du travail des surfaces de précision.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Gibault* et *P. Rougerie* (transm. par M. G. Ferrié). — **Mesures magnétiques dans l'Est de la France.**

Ces mesures ont été effectuées dans 28 stations des départements de la Meuse et de la Meurthe-et-Moselle. Vingt de ces stations ont été visitées autrefois par Moureaux et huit sont nouvelles. Un tableau donne les valeurs des éléments magnétiques réduites au 1er janvier 1922.

Les gisements de minerai de fer ne paraissent pas avoir d'influence sur la distribution des éléments magnétiques dans les deux départements examinés.

RELATIVITÉ. — *E. Brylinski.* — **Sur les vitesses de la Terre.**

Cette Note est consacrée à la discussion des résultats publiés par MM. Picard et Stahel (*C. R.* 186, 1928, p. 430).

PHYSIQUE. — *R. Ferrier* (prés. par M. Paul Painlevé). — **Spécificité moléculaire géométrique.**

L'auteur s'appuyant sur les rapports qui existent entre les propriétés physiques des corps et la disposition géométrique attribuée à leur molécule, a examiné sous cet aspect les phénomènes d'adsorption de certaines substances colloïdales qui se précipitent mutuellement de leurs solutions avec cette particularité, toutefois, que cette adsorption réciproque est étroitement spécifique, chaque solution ne réagissant que sur certaines autres, sans qu'il soit possible de mettre en évidence la moindre différence dans les propriétés chimiques des unes ou des autres.

Chaque substance est incapable de se précipiter elle-même, ses polygones étant de même sens; la précipitation n'est possible que pour des substances rigoureusement déterminées. Quant aux propriétés chimiques spéciales dues aux différents radicaux R des acides constitutifs, elles n'interviennent pas dans cette sélection d'ordre surtout géométrique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *A. Da Silva* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur l'affinité de l'oxygène pour les électrons.**

Les résultats exposés à l'aide de courbes montrent que : Les molécules d'oxygène fixent les électrons avec une très grande facilité, tandis que tous les électrons restent libres dans l'argon parfaitement pur.

La mobilité moyenne des ions négatifs est voisine de celle des ions positifs; elle doit être, lorsqu'on augmente la tension, fonction du champ appliqué, ce qui contredit certains résultats obtenus par d'autres expérimentateurs.

Quant à l'effet de la pression sur la déformation relative des courbes d'ionisation, cette déformation est d'autant plus petite que la pression est elle-même plus petite.

CHIMIE ORGANIQUE. — *R. Cornubert* (prés. par M. Ch. Moureu). — **α α -diméthylcyclohexanones.**

Au cours de recherches précédentes, l'auteur avait obtenu un oxime fondant à 119°C. Dans ces nouvelles recherches il a pu isoler deux oximes, l'une A fondant à 119°, soluble dans l'alcool bouillant et peu soluble dans l'alcool froid, l'autre B suintant à 63°, fondant à 64-65° en un liquide qui n'est complètement clair qu'à 69°, cette oxime B est extrêmement soluble dans l'alcool froid.

On connaît actuellement trois tétrahydropyroniques d'*αα'*-diméthylcyclohnoxanones et l'on donne trois points de fusion aux oximes : 64-65°, 86° et 119°. L'auteur recherchera si l'oxime 64-65° est l'oxime 86° souillée d'un peu d'oxime 119°.

— *L. Bert* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur la réaction de Houben.**

Les rendements faibles ou nuls observés jusqu'ici dans la mise en œuvre de la réaction de Houben, pour la préparation des hydrocarbures, paraissent dûs à un pouvoir condensant des halogénures de magnésium qu'elle engendre, comparable, dans une certaine mesure, à celui du chlorure d'aluminium dans la méthode de Friedel et Crafts.

On améliore beaucoup le rendement en opérant au sein d'un hydrocarbure saturé tel que le cyclohexane ou mieux la benzine de pétrole distillant de 70° à 90°. La réaction ainsi modifiée présente tous les caractères d'un bon procédé de préparation.

— *St. Landa* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur la combustion lente des hydrocarbures.**

L'auteur a soumis à la combustion lente la paraffine blanche fondant à 51°, suivant la méthode de Schulz, à une température de 280 à 300°.

Les trois fractions obtenues par rectification de l'eau des produits, ont été soumises successivement à l'action oxydante du protoxyde d'argent, les aldéhydes seules se sont transformées en acides, tandis que les alcools et les cétones sont demeurés inaltérés.

M. Landa a pu déterminer les compositions des trois fractions. Les résultats qu'il a obtenus, constituent la première démonstration de l'exactitude de la manière de voir de Bone sur la combustion lente des hydrocarbures.

— *J. Campardou* et *M. Séou* (prés. par M. Sabatier). — **Décomposition des anhydrides d'acides. Préparation des anhydrides par déshydratation directe des acides.**

Les auteurs ont observé que les catalyseurs, indiqués par Sabatier et Mailhe pour obtenir, en phase gazeuse, la décomposition des acides organiques, en anhydride carbonique, cétone correspondante et eau, donnaient la même réaction que celle signalée par Perkin puis par Luce, relative à la décomposition de l'anhydride acétique au contact de certains catalyseurs, en milieu liquide, pour donner de l'anhydride carbonique et de l'acétone.

Les auteurs ont également recherché s'il était possible d'obtenir les anhydrides, par déshydratation directecte des acides, déshydratation qui n'avait pas encore été réalisée. Les résultats qu'ils ont obetnus montrent que l'on peut obtenir ainsi des anhydrides.

L. Franchet.

BOTANIQUE. — *Ph. Joyet-Lavergne* (prés. par M. L. Mangin). — **Contribution à l'étude du chondriome d'un Champignon du genre *Saprolegnia*.**

L'auteur a pu reconnaître dans le chondriome de ce Champignon les trois qualités suivantes : 1° présence du glutathion; 2° pouvoir réducteur; 3° pouvoir oxydant. Ces qualités ont été reconnues par des méthodes distinctes et indépendantes, mais les deux dernières, qui sont des manifestations du pouvoir oxydo-réducteur du chondriome, peuvent être considérées comme des conséquences de la présence du glutathion.

La surface du chondriome apparaît ainsi comme le siège d'une activation moléculaire; cette activation moléculaire doit jouer un rôle dans les oxydations dont la cellule vivante est le siège.

PHYSIOLOGIE. — *Raymond-Hamet* (prés. par M. Charles Richet). — **Effets de l'excitation simultanée du vague et du sympathique sur le cœur et sur l'intestin.**

Alors que pour le cœur c'est l'excitation du vague qui l'emporte sur celle du sympathique, pour l'intestin c'est celle du sympathique qui prédomine sur celle du vague. On voit donc que les deux systèmes nerveux autonomes ne peuvent pas être considérés en bloc, ce qui explique que, comme l'a dit, dès 1913, Lœper, les « syndromes de sympathicotonie et de vagotonie ne se présentent pas aussi franchement » qu'on l'admet généralement.

— *Maignon* et *E. Knithakis* (prés. par M. E. Leclainche). — **Variations du pH sanguin et de la réserve alcaline au cours de la diète hydrique chez le chien.**

Tandis que chez l'homme l'acidose du jeûne est presque toujours compensée, chez le chien elle ne l'est presque jamais : le pH s'abaisse, alors que la réserve alcaline ne subit pas de variations importantes.

Dans la diète hydrique prolongée, on peut observer des oscillations d'ordre inverse entre le pH et la réserve alcaline, ainsi qu'un relèvement à la normale de ces deux facteurs, au cours de la période cachectique finale, lorsque la survie est suffisamment prolongée.

BIOLOGIE. — *M. Abeloos* (prés. par M. F. Mesnil). — **Le cycle de croissance chez une Planaire, *Planaria goncephala* Dugès.**

La croissance d'un animal comprend généralement une série de cycles de croissance, correspondant à des phases plus ou moins bien définies de leur développement morphologique. Les expériences de l'auteur mettent au contraire en évidence chez les Planaires un seul cycle de croissance. Ce fait est sans doute en rapport avec la grande simplicité du développement post-embryonnaire de ces animaux. Il est permis également de penser que les phénomènes si remarquables de réduction par le jeûne, qui conduisent à admettre pour les Planaires une véritable réversibilité de la croissance, sont liés à ce caractère monocyclique de leur développement.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *C. Mathis, A.-W. Sellards* et *J. Laigret* (prés. par M. Roux). — **Sensibilité du *Macacus rhesus* au virus de la fièvre jaune.**

Trois *Macacus rhesus* infectés, l'un par l'inoculation du sang d'un malade de fièvre jaune, les deux autres par piqûres de moustiques nourris sur le même malade, ont succombé à une infection que tout permet de considérer comme une fièvre jaune expérimentale.

P. Guérin.

Séance du 5 mars 1928.

ANALYSE ALGÉBRIQUE. — *L. Fantappié.* — **Le calcul des matrices.**

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *S. Stoïlow.* — **Sur une classe de transformations continues à variation bornée.**

— *H. Cartan* (prés. par M. Goursat). — **Sur un théorème de M. A. Bloch, et sur les questions d'unicité dans la théorie des fonctions méromorphes.**

OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE. — *M. Dufour* (prés. par M. P. Weiss). — **Réfraction du pinceau astigmate La troisième équation de Sturm.**

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *G. Vranceanu* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les solutions périodiques complètement stables.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *J. Mesnager* (prés. par M. A. Mesnager). — **Sur la théorie de l'équilibre des massifs pesants soumis à des sous-pressions et son apparition à la stabilité des barrages et des talus.**

L'attention a récemment été attirée par M. Baticle sur les majorations considérables des contraintes que peuvent provoquer les sous-pressions à l'intérieur d'un barrage-poids triangulaire. M. J. Mesnager montre qu'il y a une autre conséquence des sous-pressions qui peut être beaucoup plus dangereuse encore que la majoration des contraintes. Si, en effet, on suppose qu'une fente ou surface de séparation horizontale ou inclinée vers l'aval existe à travers le barrage, la partie supérieure de l'ouvrage ne sera retenue que par le frottement sur la partie inférieure. Or, ce frottement est sensiblement annulé par les sous-pressions, car la partie supérieure du barrage flotte presque. L'auteur explique comment les fissures pourront se produire.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *H. Mémery.* — **Une recrudescence importante des taches solaires dans la deuxième quinzaine de février 1928.**

Du 10 au 19 février on a observé de 3 à 7 groupes de taches, du 20 au 23 février de 10 à 14 groupes, du 24 au 29 février de 7 à 8 groupes. En janvier 5 groupes ont été visibles à l'œil nu et 2 groupes en février.

L'hiver 1927-1928, très doux dans l'ensemble, a coïncidé avec une activité solaire élevée et n'a présenté qu'une époque froide, celle du 15 au 22 décembre 1927, survenue à la suite d'une diminution sensible de taches solaires à partir du 15 décembre.

GÉODÉSIE. — *G. Ferrié.* — **L'opération des longitudes mondiales** (octobre novembre 1926).

Le général Ferrié, président de la Commission mixte internationale, qui prépara et réalisa l'entreprise dont M.

Lallemand exposa les méthodes et les buts, à l'Académie des Sciences, le 8 novembre 1928, fait connaître les principaux résultats obtenus. Trente et une émissions de signaux radiotélégraphiques ont été faits par 24 heures, sur ondes longues et sur ondes courtes, par neuf postes différents. Cinquante-deux stations astronomiques appartenant à trente nations différentes avaient fait connaître leur intention de prendre part aux opérations. Quarante-cinq d'entre elles ont déjà transmis au Président le compte rendu de leurs observations sous des formes plus ou moins détaillées. Parmi celles-ci, vingt-deux ont fourni les éléments permettant de le relier à l'un des trois sommets du triangle fondamental Alger-Zi Ka Wei-San Diégo. La détermination des différences de longitude de ces trois points, avec rattachement à Paris, constituait plus essentiellement l'objet de la participation française aux opérations.

En faisant la part des erreurs systématiques possibles, les positions respectives des stations fondamentales sont connues avec une approximation voisine de 0^s02

Les buts assignés ont été atteints et on possède maintenant des résultats cohérents plus précis que la plupart de ceux des entreprises antérieures.

SPECTROSCOPIE. — *M. Ponte* (prés. par M. Cotton). — **Sur divers spectres du mercure.**

Si la température au voisinage de l'électrode est de l'ordre de 80°, la lueur qui, près de cette électrode, a l'aspect ordinaire de l'arc, est franchement violette dans le réfrigérant où la vapeur a une tension très faible. Si la température de la vapeur est plus élevée (150° environ), on obtient en plus d'un spectre de raies, un spectre moléculaire, très riche en bandes et en fonds continus.

Suivant les modes de décharges, on obtient : à excitation faible, une lueur verte; à excitation plus forte, une couleur plus blanche. Dans le premier cas, le spectre continu vert est, relativement au spectre 3300, beaucoup plus intense que dans le second.

Des tableaux indiquent les systèmes de bandes des deux spectres.

CHIMIE PHYSIQUE. — *W. Kopaczewski* (prés. par M. d'Arsonval). — **Le pouvoir-tampon du sérum et l'immunité.**

Les recherches qui ont porté sur la culture des bactéries pathogènes et de quelques saprophytes dans du sérum, ont conduit l'auteur à faire des observations intéressantes. En effet, alors que souvent après quelques heures, les signes organoleptiques permettent indubitablement de se rendre compte de la pullulation des microbes, les constantes physico-chimiques du milieu n'accusent aucune ou seulement une très faible variation, parfois même après 6 jours de culture.

L'absence de modification physico-chimique du milieu durant le premier stade de la croissance des micro-organismes est dû au rôle de tampon du sérum et, à plus forte raison, celui du sang vivant. Les résultats constatés incitent l'auteur à y voir l'explication du temps d'incubation des maladies infectieuses et de la résistance naturelle de l'organisme vis-à-vis des agents pathogènes.

CHIMIE MINÉRALE. — *J. Bardet* et *A. Tchakirian* (prés. par M. G. Urbain). — **Préparation et propriétés de quelques sels germaneux.**

L'auteur montre qu'on peut préparer facilement toute la série des sels germaneux, à partir de l'oxyde ou de l'hydrate, en utilisant les deux méthodes qu'il indique : 1° par réduction des sels germaniques par le zinc et l'acide germanique; 2° par réduction par l'acide hypophosphoreux en solution chlorhydrique. Tous les sels obtenus précipitent de leurs solutions, lorsqu'elles sont plus acides, par l'hydrogène sulfuré, en donnant le sulfure Ge S, de couleur rouge-orangé foncé : la précipitation est complète.

CRISTALLOGRAPHIE. — *G. Allard* (prés. par M. Urbain). — **Détermination du réseau cristallin des substances microcristallines au moyen des radiogrammes de poudres.**

Le procédé habituellement employé est d'une application délicate et n'est pas général puisqu'il est impuissant dans le cas des systèmes orthorhombique, clinorhombique et triclinique. L'auteur indique un nouveau procédé absolument général et d'une application aisée, là où la méthode de Hull est défaillante, en utilisant les propriétés des *réseaux polaires* que M. Mauguin a employés pour l'interprétation des radiogrammes de cristal tournant.

L. FRANCHET.

ALGOLOGIE. — *C. Sauvageau.* — **Sur le développement de deux *Asperococcus* Lamx.**

A en juger par des cultures, les sporanges uniloculaires de l'*Asperococcus compressus* engendrent au printemps, par l'intermédiaire d'un protonéma, des individus dont le développement s'arrête bientôt et qui vivent d'une sorte de vie ralentie durant la longue période où la plante n'est plus signalée dans la nature. Puis, à l'approche ou au début de l'hiver; ces individus émettent des sporanges producteurs de nouveaux protonémas, drageonnent de toutes parts, et à profusion; les vieux protonémas drageonnent aussi. Ce réveil de végétation fournit la plante délophycée que l'on récolte sur les rochers.

GÉOLOGIE. — *Henri Termier* (prés. par M. Pierre Termier). — **Une hypothèse concernant le Permien et le Trias du Maroc.**

L'auteur admet une discordance entre Permien et Trias au Maroc, comme cela est d'ailleurs classique en France sur la bordure est du Massif central. Ceci n'est encore qu'une hypothèse. Cette discordance sera difficile à observer, mais l'auteur croit qu'on pourra déduire avec une probabilité croissante en comparant aux contrées déjà décrites les pays nouvellement explorés.

BOTANIQUE. — *Marcel Martz* (prés. par M. Guignard). — **Anomalies de l'androcée chez un hybride du genre *Digitalis*.**

Chez le *D. purpurea* × *D. lutea* = *D. purpurascens* Roth, *var. D. purpurascens-lutescens* Rouy, l'auteur a constaté diverses anomalies : nombre variable d'étamines (1 à 4), avortement plus ou moins complet de l'anthère, ovules anatropes disposés sur le pourtour du filet ou au niveau de la ligne de déhiscence. Il s'agit là d'un nouveau cas de métamorphose ascendante des feuilles florales.

CYTOLOGIE. — *A. Jullien* (prés. par M. F. Mesnil). — **Sur la signification des granulations éosinophiles des cellules sanguines de la seiche (*Sepia off.* L.)**

Si l'on injecte une goutte d'huile de croton dans le manteau de l'animal, on provoque une réaction inflammatoire intense. Après six jours, on assiste à la formation d'une ébauche de sillon qui suit le contour très régulièrement circulaire ou elliptique de la partie mortifiée et qui tend ainsi à l'exclure.

Si l'on note que le sillon d'exclusion apparaît, non pas dans la zone de nécrose, mais dans la zone la plus richement infiltrée de cellules sanguines et si l'on remarque les modifications subies par les granulations éosinophiles qui, primitivement intracellulaires, ont disparu, on doit, semble-t-il, établir une relation de cause à effet entre leur disparition et la fonte tissulaire qui conditionne la formation et l'évolution du sillon d'élimination. Cette

fonte serait donc due à l'action de ferments protéolytiques dont l'origine est peut-être liée aux modifications subies par les granulations eosinophiles.

ZOOLOGIE. — *Maurice Caullery* et *Mlle Marguerite Comas* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **Le déterminisme du sexe chez un Nématode (*Paramermis contorta*), parasite des larves de Chironomes.**

Des faits constatés par les auteurs américains et par les auteurs de cette Note, il semble résulter que la labilité de la détermination génotypique du sexe est assez générale chez les Mermithidés les moins modifiés par le parasitisme; les formes les plus modifiées (*Allantonema*, *Aprotonema*, etc.), offrent, comme on le sait, des dispositions extrêmement spéciales, au point de vue de la sexualité.

— *Charles Pérez* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **Evolution de l'appareil d'accrochage de l'abdomen au thorax dans la série des Décapodes Brachyures.**

L'auteur passe en revue, dans la série des Décapodes Brachyures, les diverses modalités que présente l'appareil d'accrochage de l'abdomen au thorax. Il montre que les *Homola* ne représentent pas un terme exact de passage entre les Dromies et les vrais Crabes.

PHYSIOLOGIE. — *Angel Establier y Costa* (prés. par M. Roux). — **Hyperallantoïnurie dans les polyuries provoquées et le diabète insipide chez l'homme.**

Dans tous les cas examinés, la polyurie s'accompagne, chez l'homme comme chez le lapin, d'une hyperallantoïmurie souvent énorme. Qu'il s'agisse là d'un mécanisme d'une grande généralité, on peut déjà l'affirmer puisqu'il fonctionne même chez des espèces comme l'homme où l'allantoïne ne joue, à l'état normal, qu'un rôle accessoire dans le métabolisme des purines.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Marcel Duval, Paul Portier* et *Mlle A. Courtois* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **Sur la présence de grandes quantités d'acides aminés dans le sang des Insectes.**

Les dosages ont été faits par la méthode au formal de Sörensen après défécation par l'acide trichloracétique. L'azote aminé est surtout abondant chez certaines chrysalides : le liquide interne des chrysalides de *Saturnia carpini* en renferme près de 4 gr. par litre de sang, soit, environ plus de 20 gr. par litre d'acides aminés. C'est une concentration analogue à celle de l'urée dans le sang des Sélaciens.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *C. Levaditi* et *T. E. Anderson* (prés. par M. Roux). — **Neurotropisme du *Spirochœta* Duttoni.**

Il est parfaitement exact qu'avec la souche de *Sp. Duttoni* provenant de Brazzaville, le névraxe continue à être virulent chez des animaux dont le sang est devenu stérile.

Le virus neurotrope de l'infection récurrente vit dans le névraxe au contact des éléments figurés, auxquels il semble intimement attaché.

La souche spirochétienne neurotrope n'est pas résistante aux anticorps; elle peut être entretenue par des passages intra-cérébraux pratiqués sur la souris. Inoculée dans l'encéphale, elle apparaît dans le sang circulant.

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *S. Nicolau* (prés. par M. Roux). — **Les modifications histo-pathologiques des capsules surrénales et des glandes salivaires des lapins morts d'encéphalo-myélite enzootique expérimentale (Maladie de Borna).**

Les formations ganglionnaires et les filets nerveux se trouvant dans le voisinage immédiat de la glande surrénale ou dans l'épaisseur même de sa capsule fibreuse portent la marque de la présence du virus (*corpuscules intranucléaires de Joest-Degen*). De même, dans les glandes salivaires, les études histologiques montrent que les formations ganglionnaires intraglandulaires, chez le lapin, présentent des altérations dues au virus de Borna.

En somme, le virus de Borna manifeste sa présence partout où il existe des formations nerveuses dans l'organisme.

MICROBIOLOGIE. — *V. Chorine* (prés. par M. Roux). — **Influence de la concentration en ions H+ du milieu de culture sur la virulence du Coccobacille de la Pyrale du Maïs.**

Pour augmenter la mortalité des chenilles, l'auteur a essayé d'exalter la virulence du microbe, et il a étudié, en premier lieu, l'influence de la concentration ionique du milieu de culture. Les chiffres obtenus montrent que la virulence des microbes varie sensiblement dans une zone de pH assez limitée. Mais ce n'est pas la conséquence d'une différence de développement, car depuis le pH 6,5 jusqu'au pH 7,6, il ne varie pas d'une façon appréciable. Ce fait permet peut-être d'expliquer partiellement les résultats négatifs obtenus par plusieurs auteurs qui tâchaient d'infecter des insectes de différentes espèces *per os* par divers microbes virulents.

P. GUÉRIN.

Séance du 12 mars 1928.

ANALYSIS SITUS. — *G. de Rham* (prés. par M. Goursat). — **Sur la dualité en *Analyse in situs*.**

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *P. Montel.* — **Sur les fonctions continues d'une variable réelle qui admettent un théorème d'addition algébrique.**

— *P. Lévy* (prés. par M. Hadamard). — **Sur un point de vue asymptotique dans l'étude des ensembles de points sur une droite.**

— *N. Saltykow* (prés. par M. E. Goursat). — **Intégration des équations aux dérivées partielles par séparation des variables.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *E. Goursat.* — **Sur quelques lignes singulières des surfaces admettant un élément linéaire donné.**

HYDRODYNAMIQUE. — *A. Rozenblatt.* — **Sur certains mouvements stationnaires des liquides visqueux incompressibles.**

THÉORIE DES MARÉES. — *Mme Chandon* (prés. par M. Fichot). — **Sur les marées de la mer Rouge.**

ASTRONOMIE. — *S. de Glasenap* (prés. par M. Deslandres). — **Equations personnelles dans les mesures micrométriques d'étoiles doubles.**

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *E. Mathias.* — **Mesures magnétiques dans la Haute-Marne, la Côte-d'Or et l'Aube.**

Les mesures ont porté sur 42 stations dont 19 sont des stations de Moureaux et 23 des stations nouvelles.

Les mesures ramenées au 1er janvier 1922 sont indiquées dans un tableau. Comparées aux anciennes mesures de Moureaux, elles donnent pour la variation séculaire de D, I, H, entre le 1er janvier 1896 et le 1er janvier 1922, des différences très concordantes dont les valeurs moyennes sont respectivement :

$$-3^\circ,\ 1'8,\ -30'7 \text{ et } +142\ \gamma$$

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL. — *A. Lambert* (prés. par M. G. Ferrié). — **Sur la vitesse de propagation des ondes radiotélégraphiques.**

Les résultats ont donné, comme moyenne générale, pour la vitesse de propagation :

$$V = 247.000 \text{ km./sec } (\pm\ 9.000 \text{ km.})$$

Ce chiffre est obtenu à partir d'un parcours moyen de 13.900 km. effectué en 0 s. 056. Si la distance augmente du fait que la propagation n'a pas lieu le long des grands cercles de la surface terrestre, la valeur V augmente.

ÉLECTROCHIMIE. — *Canaud* (transm. par M. C. Matignon). — **Electrolyse de l'eau en courant alternatif.**

Le volume de gaz total recueilli est très variable. Par contre, les volumes d'hydrogène formés par l'électrolyse se montrent assez constants et semblent proportionnels à la durée de l'électrolyse quand on opère à une température voisine de l'ébullition ou à l'ébullition. Le volume moyen d'hydrogène dégagé est d'environ le $\frac{1}{350}$ du volume que donnerait un courant continu de 4,5 ampères, correspondant à 5 ampères efficaces. Pour avoir des résultats comparables, il y a donc lieu d'éliminer la période de formation des électrodes et la comparaison ne peut se faire que par les volumes d'hydrogène formés.

RADIOCHIMIE. — *Swend Auge Schou* (prés. par M. J. Perrin). — **Spectre d'absorption de l'aldéhyde formique en solution.**

Il résulte des expériences effectuées que l'aldéhyde formique monomoléculaire est absorbé dans la même région que l'aldéhyde acétique et l'aldéhyde propionique pour lesquels l'auteur a trouvé en solution hexanique les maxima d'absorption $\lambda = 2934$Å et $\lambda = 2900$Å, ainsi qu'il l'a indiqué dans une Note précédente (*C. R.* 182, 1926, p. 965).

CHIMIE PHYSIQUE. — *A. Boutaric* et *Mlle G. Perreau* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur le dosage des solutions salines étendues par l'opacité de fines suspensions obtenues à partir de ces solutions.**

Les auteurs ont étudié la question du dosage des solutions salines en mesurant soit l'opacité, soit le pouvoir diffusif des suspensions réalisées en ajoutant à la solution un réactif susceptible de produire un fin précipité. Cette méthode offrant certains inconvénients, au point de vue de la précision des mesures, ils ont cherché à accroître cette précision par l'addition de colloïdes dits stables tels que : gomme arabique, dextrine, amidon, gélatine. Les expériences ont montré que, dans de nombreux cas, en ajoutant ces colloïdes avant ou après le mélange des réactifs n'arrête pas l'évolution du précipité : elle l'accélère au contraire. Les exemples signalés sont d'autant plus intéressants qu'il vont à l'encontre de l'opinion généralement admise concernant la protection qu'exerce sur la floculation des suspensions et des solutions colloïdales, l'addition de colloïdes dits stables.

— *J. Huggett* et *G. Chaudron* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Etude thermomagnétique de quelques minerais de fer.**

Les auteurs avaient montré précédemment (*C. R.* 184, 1927. p. 199), que les trois oxydes de fer possèdent des anomélies magnétiques caractéristiques. Dans cette nouvelle Note ils étendent cette étude aux minerais de fer dans lesquels les constituants magnétiques sont le plus souvent inconnus. Les résultats sont exposés à l'aide d'un graphique.

— *P. Nicolau* (prés. par M. L. Guillet). — **Anomalie du recuit après écrouissage du cuivre et des laitons.**

Si, dans les conditions indiquées par l'auteur, on applique à des barettes de cuivre (préalablement recuit à 700°) écrouies respectivement à des degrés d'écrouissage divers (5 à 660 pour 100), des recuits au bain de sel d'une durée uniforme de 10 minutes à des températures progressivement croissantes, on constate que les courbes représentatives de la variation des diamètres d'empreintes en fonction de la température de recuit présentent, au-delà de la zone dite de « germination » une anomalie systématique marquée par un minimum de la dureté (maximum du diamètre d'empreinte). Il semblerait donc qu'à la fin de la zone de germination dans laquelle le métal reprend progressivement son équilibre structural, détruit par l'écrouissage, l'état d'équilibre final se trouve en quelque sorte dépassé.

CHIMIE ORGANIQUE. — *L. Bert* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur un nouveau mode général synthétique de préparation des aldéhydes arylaliphatiques.**

Dans un travail publié en 1912, Braun et Kruber avaient conclu que la méthode d'obtention des aldéhydes par l'emploi des organomagnésiens, ne pouvait conduire à des résultats satisfaisants.

M. Bert a montré dans une Note précédente que les chlorures arylaliphatiques pouvaient donner des combinaisons organomagnésiennes mixtes. En condensant ces magnésiens avec l'orthoformiate de méthyle ou d'éthyle, il a obtenu facilement les acétals des aldéhydes $RC^6H^4(CH^2)^{11}CHO$ qui, par ébullition de 10 à 15 minutes avec de l'acide chlorhydrique au quart, se transforment, avec d'excellents rendements en les aldéhydes correspondants. L'opinion exprimée par Braun et Kruber se trouve donc ruinée.

L'auteur indique les trois homologues nouveaux qu'il a obtenus; homologues de l'aldéhyde phénylacétique, de l'aldéhyde hydrocinnamique et de l'aldéhyde δ-phénylbutyrique.

— *A. Kirrmann* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Action des amines sur le bromo-œnanthol.**

Par l'action de l'amine secondaire, l'auteur a obtenu du diéthylaminoœnantoa ayant les constantes suivantes : $d^{22} = 0{,}853$; $n_D^{22} = 1{,}4352$; réfr. mol., 56, 52; théorique, 56, 95.

Par l'action de l'amine tertiaire, il a obtenu un bromure d'ammonium quaternaire qui fond à 126° et semble se décomposer aussitôt après.

Ces différences dans l'allure de la réaction, suivant que l'amine est secondaire ou tertiaire, font supposer que le mécanisme n'est pas le même dans les deux cas.

— *Vavon* et *V. Mitchowitch* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur les o-cyclohexylcyclohexanols.**

Les auteurs ont cherché à préparer l'*o*-cyclohexylcyclohanol par les trois procédés suivants : hydrogénation de l'*o*-phénylphénol, action du magnésien du chlorure de cyclohexyl sur l'*o*-chlorocyclohexanol puis sur l'oxyde de cyclohexène.

Par hydrogénation au noir de platine de l'*o*-phénylphénol on obtient un alcool fondant à 60° et dont la phényluréthane fond à 148°.

L'action du magnésien du chlorure de cyclohexyle sur l'*o*-chlorocyclohexanol ainsi que sur l'oxyde de cyclohexène conduit à un troisième alcool qui fond à 34°.

Cette action du magnésien du chlorure de cyclohexyle sur l'*o*-chlorocyclohexanol ou sur l'oxyde de cyclohexène conduit non à un *o*-cyclohexylcyclohexanol, mais au cyclopentylcyclohexylcarbinol par suite d'une rupture du cycle en C^6.

— *R. Locquin* et *R. Heilmann* (prés. par M. Moureu). — **Sur la séparation de cétones non saturées stéro-isomères**

Les auteurs montrent qu'aussi bien à partir de la butényl-4-heptanone-5 qu'à partir de la propényl-2-pentanone-3, on peut séparer et isoler les deux stéroisomères

(genre maléique et fumarique) que peuvent fournir chacune de ces cétones éthyléniques, mais ils n'ont pu les transformer l'un dans l'autre

L, FRANCHET.

GÉOLOGIE. — *L. Nettner* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur la géologie du pays Goundafi (Haut Atlas marocain).**

Les calcaires ont fourni une assez belle faune d'Archaeocyathidés (*Archeococyathus, Coscinocyathus, Spirocyathus*...) qui, d'après Taylor, seraient du Géorgien. Le Cambrien à *Archaeocyathus*, déjà signalé dans l'Antiatlas et les Djebilets, présente donc au Maroc une très grande extension.

— *J. Repetin* (prés. par M. Pierre Termier). — **Le Bassin d'Aquitaine à l'époque helvétienne : le golfe marin.**

Cette Note est un essai de reconstitution du golfe miocène d'Aquitaine, un tracé suffisamment exact de l'extension des divers dépôts de faciès différents. Le faciès marin est assez étendu.

L'altitude des dépôts éocènes et oligocènes permet d'admettre que la mer helvétienne n'a pas dépassé la Garonne.

BOTANIQUE. — *G. Mangenot* (prés. par M. Molliard). — **Sur la localisation cytologique des peroxydases et des oxydases.**

Les peroxydases sont localisées dans les chondriosomes ou, plus souvent, dans les vacuoles. Et il apparaît comme fort probable que la plupart des granulations peroxydasiques observées par les auteurs ayant étudié la localisation des peroxydases dans les cellules animales, sont des vacuoles ou des précipités vacuolaires.

Les oxydases sont sans doute, elles aussi, localisées fort souvent dans les vacuoles. Dans les cellules des fleurs d'*Acacia*, une des vacuoles peut contenir des peroxydases tandis que l'autre renferme des oxydases.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Tsen-Cheng* (prés. par M. Molliard), — **Sur les phénomènes de nécrose dans la Pomme de terre atteinte de la maladie de l'enroulement.**

La nécrose de la Pomme de terre malade n'est dans la plupart des cas qu'une exagération de la destruction normale des tubes criblés accompagnée de réactions de défense de la part des cellules voisines.

PHYSIOLOGIE. — *Auguste Lumière* et *Mme R. H. Grange* (prés. par M. Roux). — **Toxicités comparées des sérums provenant du sang veineux et du sang du cordon ombilical.**

Les essais comparatifs qui font l'objet de cette Note se rapportent à 50 échantillons de sérum, dont 13 concernant le sang de la circulation veineuse et 37 le sang du cordon. Or, sur les 13 premiers échantillons, 9 ont donné des chocs mortels, tandis que sur les 37 prélèvements de sang venant du placenta, 2 seulement ont présenté une toxicité suffisante pour tuer le cobaye.

PHYSIOLOGIE DU TRAVAIL. — *Henri Pottevin* et *Robert Faillie* (prés. par M. d'Arsonval). — **Variation du temps de réaction psychomotrice visuelle, en fonction de l'éclairement.**

Les expériences ont été faites à l'aide du chronoscope de d'Arsonval. Une aiguille entraînée par un moteur, synchrone avec un diapason entretenu électriquement, se meut dans un plan vertical, devant un cadran divisé. L'aiguille et le cadran sont de même teinte. L'excitation visuelle est donnée par la mise en mouvement de l'aiguille, et la réaction du sujet se traduit par une pression sur une manette qui détermine l'arrêt. . . . . .

MICROBIOLOGIE. — *Jean Verge* et *Edmond Grasset* (prés. par M. E. Leclainche). — **Recherches sur la flore microbienne des œufs congelés.**

Les recherches ont été effectuées sur des œufs congelés importés de Chine en France.

Les œufs congelés apparaissent, après décongélation, comme un produit éminemment altérable : ils doivent être, de ce fait, utilisés dès leur sortie du frigorifique.

Parmi les germes isolés et identifiés, il en est quelques-uns qui semblent dénués de tout pouvoir pathogène. D'autres, au contraire, appartenant aux groupes des paratyphiques ou du Colibacille, peuvent être à l'origine de certains toxi-infections alimentaires.

P. GUÉRIN.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. P. Weiss a été désigné pour représenter l'Académie aux fêtes du 25e anniversaire de la *Sociedad Espanola de Fisica y Quimica* de Madrid.

M. Mangin, professeur au Muséum, a été désigné pour faire partie de la première section de la Commission technique de la *Caisse des recherches scientifiques*, en remplacement de M. Guignard, décédé.

Commission des Inventions scientifiques. — Il est institué au Ministère de l'Instruction publique une Commission interministérielle chargée de préparer un projet de loi relatif aux droits des auteurs de découvertes ou inventions scientifiques. La Commission sera présidée par le Ministre, assisté de deux vice-présidents.

Vie scientifique universitaire

Universités. — *Equivalences.* — Le certificat d'admission au concours de l'Ecole Normale Supérieure et des bourses de licence (section des sciences groupe I et II), de l'Ecole centrale des Arts et Manufactures, de l'Ecole nationale supérieure des Mines et de l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées, est tenu pour équivalent du certificat d'études supérieures de mathématiques générales, en vue de la licence ès-sciences et de l'agrégation des sciences physiques.

Le certificat d'admission au concours de l'Ecole Normale Supérieure et des bourses de licence (section des sciences, groupe III est tenu pour équivalent du certificat d'études supérieures portant sur les sciences physiques et naturelles (S.P.C.N.) en vue de la licence ès-sciences de l'agrégation des sciences naturelles (*Décret du 10 mars 1928*).

— *Certificats d'études supérieures de sciences.* — Nul candidat ne pourra, sauf autorisation exceptionnelle du Doyen, après avis de l'assemblée de la Faculté, se présenter dans la même session aux épreuves de plus de deux certificats d'études supérieures (*Décret du 10 mars 1928*).

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — M. Pascal, Professeur à la Faculté des Sciences de Lille est nommé Professeur de Chimie appliquée en remplacement de M. Chabrié, décédé.

— *Faculté de Médecine.* — Le Doyen est autorisé à accepter le legs consenti par le Professeur Gilbert :

1° D'une série de collections et objets destinés au musée médico-historique de ladite Faculté;

2° D'une somme de 40.000 fr., affectée à l'installation desdites collections et objets;

3° De divers tableaux et du portrait au pastel du *de cujus;*

4° Le legs des deux tiers de l'actif net dont la succession disposera après payement des legs à titre particulier et des droits y afférents, ces deux tiers étant répartis par parts égales entre le musée médico-historique et le laboratoire des agents physiques de la chaire de clinique médicale de l'Hôtel-Dieu, qui en utiliseront les arrérages au mieux de leurs intérêts.

Facultés de Médecine. — Par décret du 10 mars 1928, le Ministre de l'Instruction publique a modifié comme suit l'article 20 du décret du 10 septembre 1924 relatif aux examens de doctorat en médecine :,

§ 4. — Pourront également, à titre exceptionnel, faire partie des jurys les chefs de travaux titulaires. Ils seront désignés annuellement par le Ministre sur la proposition de l'assemblée de la faculté.,

Ecoles de Médecine et de Pharmacie. — Par décret du 15 mars 1928, les programmes pour l'emploi de Chef de travaux de physique et pour l'emploi de Chef de travaux de chimie dans les Ecoles de plein exercice et les Ecoles préparatoires de Médecine et de Pharmacie sont fixés ainsi qu'il suit :

I. — *Chef de travaux de physique.*

A. — Epreuves écrites :

1° Composition sur une question de physique générale;

2° Composition sur une question de physique biologique et médicale.

Deux heures sont accordées pour chacune de ces deux compositions.

B. — Epreuves pratiques :

1° De physique générale;

2° De physique biologique et médicale.

C. — Epreuves orales. — Une leçon de trois quarts d'heure de physique générale ou biologique avec applications médicales.

D. — Appréciation des titres et travaux scientifiques.

II. — *Chef de travaux de chimie.*

A. — Epreuves écrites :

1° Composition sur une question de chimie générale;

2° Composition sur une question de chimie biologique et médicale.

Deux heures sont accordées pour chacune de ces deux compositions.

B. — Epreuves pratiques :

1° De chimie générale;

2° De chimie biologique et médicale.

C. — Epreuves orales. — Une leçon de trois quarts d'heure de chimie générale ou biologique avec applications médicales.

D. — Appréciation des titres et travaux scientifiques.

Sont abrogées toutes dispositions antérieures contraires au présent règlement.

Ecole de Médecine et de Pharmacie de Marseille. — Un concours s'ouvrira le lundi 22 octobre 1928 à l'Ecole de plein exercice de médecine et de pharmacie de Marseille pour l'emploi de chef de travaux de physique générale et de biologique à ladite école.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

Museum national d'Histoire Naturelle. — Le Musée d'Ethnographie est rattaché au Muséum d'Histoire naturelle et annexé à la Chaire d'Anthropologie dudit établissement

Le règlement pour les collections du Musée d'Ethnographie sera arrêté dans les conditions prévues pour les autres collections du Museum.

Ecole Polytechnique. — Les compositions concernant le concours d'admission de 1928 se feront les 1er, 2, 4. 5, 6 et 7 juin 1928, dans l'ordre et suivant le programme indiqués dans le *Journal Officiel* du 23 mars 1928.

Conservatoire national des Arts et Métiers. — Les Conférences publiques d'actualités scientifiques et industrielles auront lieu dans l'Amphithéâtre C à 17 h. 30, à partir du 17 avril, dans l'ordre suivant :

1° LA PHYSIQUE MODERNE ET SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES.

Mardi 17 avril : La théorie cinétique des gaz. — Les lois physiques qu'elle explique. — Les applications industrielles qu'elle a suggérées, par M. Eugène BLOCH, Professeur à la Sorbonne.

Mercredi 18 avril : La technique des grands vides et ses applications industrielles, par M. DUNOYER, Secrétaire général de la Société française de physique, Professeur à l'Institut d'Optique.

Vendredi 20 avril : Application des lois de l'hydraulique à la mesure des vitesses et des débits. (Méthode chronophotographique, moulinet, tube de Pitot, tiges vibrantes, déversoir, tuyère noyée, Venturi, méthode chimique, etc.), par M. CAMICHEL, Directeur de l'Institut électrotechnique de Toulouse.

Lundi 23 avril : Les tourbillons. (Le régime turbulent. — Les tourbillons alternés, etc.), par M. BÉNARD. Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, Président de la Société française de Physique.

Mercredi 25 avril : La résistance de l'air en aviation, par M. TOUSSAINT, Directeur de l'Institut Aérotechnique de Saint-Cyr.

Vendredi 27 avril : La mécanique des fluides (au point de vue mathématique), par M. VILLAT, Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

Lundi 30 avril : Balistique physique et phénomènes aérodynamiques qui accompagnent le départ d'un projectile et son trajet dans l'air, par M. l'Ingénieur général CHARBONNIER.

Mercredi 2 mai : La résistance de l'eau et les carènes, par M. BARRILLON, Ingénieur en chef du génie maritime.

Vendredi 4 mai : L'atmosphère, météorologie, nuages, pression, température, composition chimique, mouvements, tourbillon, absorption, aurores boréales, ionisation, radiations pénétrantes, *T.S.F.*, par M. IDRAC. Attaché à l'Office national météorologique.

Lundi 7 mai : Les idées modernes en météorologie dynamique, par M. le Général DELCAMBRE, Directeur de l'Office National Météorologique.

Mercredi 9 mai : Les relations des ondes électro-magnétiques avec les phénomènes météorologiques par M. BUREAU, Attaché à l'Office national météorologique.

Vendredi 11 mai : La Physique du Globe, par M. MAURAIN, Doyen de la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, Directeur de l'Institut de physique du globe.

Lundi 14 mai : Acoustique technique. — Propagation du son dans les tuyaux. — Pavillons. Filtres acoustiques, par M. Canac, Directeur scientifique du Laboratoire du Centre d'études de Toulon.

Mardi 15 mai : Les forces moléculaires. — La capillarité, par M. LEDUC, Professeur honoraire à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

2° APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Mercredi 30 mai : Les dernières nouveautés en télégraphie, par M. MONTORIOL, Inspecteur, Professeur à l'Ecole supérieure des Postes, télégraphes et téléphones.

Vendredi 1er juin : Le système fondamental de référence

pour la transmission téléphonique, par M. Chavasse, ingénieur des Postes et des télégraphes.

Lundi 4 juin : Les nouvelles théories du magnétisme et les nouveaux aimants, par M. Pierre Weiss, Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Strasbourg.

Mercredi 6 juin : Les nouvelles théories du magnétisme et les nouveaux aimants, (fin), par M. Pierre Weiss, Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Strasbourg.

Vendredi 8 juin : Les nouveaux fours électriques et leurs applications, par M. Ribaud, Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Strasbourg.

Lundi 11 juin : La pyrométrie et ses applications, par M. Fourment, Professeur-adjoint à l'Ecole Centrale.

3° La chimie moderne des colloïdes.

M. P. Bary, Ingénieur chimiste fera les cinq leçons suivantes :

Mercredi 16 mai : Les suspensions colloïdales. — Généralités. Modes de production. Les métaux colloïdaux et leurs oxydes. Propriétés. Mouvements browniens. Stabilisation. Coagulation. Electrophorèse. Les émulsions. (Expériences et projections).

Vendredi 18 mai : Les matières colloïdales. — Définitions. Colloïdes et cristalloïdes. Gelées. Liens des colloïdes avec leur milieu. Gonflement. Dépolymérisation. Solvatisation. (Expériences et projections).

Lundi 21 mai : Les solutions colloïdales. — Viscosité. Dialyse. Coagulation. Modes divers de dissolution suivant la nature des colloïdes. Electrolyse. Electroosmose. (Expériences et projections).

Mercredi 23 mai : Applications industrielles des colloïdes (1re partie). — Les silicates en verrerie, céramique, matériaux, etc. Les huiles et matières grasses. Les savons. Les industries de la cellulose, bois, etc. Soie artificielle. Pétrole. Caoutchouc.

Vendredi 25 mai : Applications industrielles des colloïdes (2e partie). — La teinture. Les résines naturelles et artificielles. La gélatine. La tannerie. La caséine. Les colles. Les peintures. Les vernis.

4° L'industrie sucrière.

M. Saillard, Directeur du Laboratoire du Comité central des Fabricants de sucre, fera les six leçons suivantes :

Mardi 22 mai : Aperçu général sur la production du sucre dans le monde. La betterave sucrière actuelle.

Jeudi 24 mai : Déchargement mécanique des wagons, bateaux et charriots de betteraves. Les nouveaux procédés d'extraction des jus de betteraves.

Mardi 29 mai : L'épuration des jus; fours à chaux, carbonatation continue, filtres, etc.

Jeudi 31 mai : La production et l'utilisation de la vapeur dans les nouvelles sucreries.

Mardi 5 juin : L'évaporation et les chauffages dans les nouvelles sucreries.

Jeudi 7 juin : Application en sucrerie de quelques nouvelles méthodes d'analyse. Réfractomètre. Détermination du ph. Dosage des cendres par la méthode électrique, etc.

Institut National Agronomique. — Un concours sur titres et sur épreuves est ouvert, le jeudi 3 mai 1928, à 9 heures 30, à l'Institut National Agronomique pour la nomination d'un professeur de Chimie organique à cet établissement.

Le programme de ce concours sera envoyé sur demande adressée au Ministre de l'Agriculture (Direction de l'Agriculture, 1er bureau), 78, rue de Varenne, Paris.

Les candidats devront faire parvenir leur demande d'inscription et leur dossier avant le 19 avril 1928, dernier délai, au Ministère de l'Agriculture.

— *Concours d'admission.* — Les épreuves écrites du concours d'admission à l'Institut National Agronomique auront lieu, le mardi 22, mercredi 23 et jeudi 24 mai 1928.

Elles seront subies, au choix des candidats, soit à Paris, au manège Guindey, 2, avenue Lowendal, soit en province, dans les hôtels de préfecture d'Alger, Bordeaux, Lille, Lyon, Nancy, Nantes, Toulouse.

Le registre d'inscription est ouvert dès à présent et sera clos le 25 avril, dernier délai.

Les demandes des candidats accompagnées du dossier réglementaire, devront être adressées à M. le directeur de l'Institut National Agronomique, 16, rue Claude-Bernard, Paris (5e arr.).

Préalablement à l'envoi de ce dossier, les candidats devront acquitter un droit d'inscription de 80 fr. 25, dont la quittance devra être jointe audit dossier. Les candidats qui ne pourront effectuer directement le versement de cette somme à la caisse de l'Institut National Agronomique devront utiliser les modes de payement ci-après :

a) Chèque postal. — Compte : Paris 825-40. *b*) Mandat-poste. *c*) Lettres chargées avec déclaration exacte du montant des valeurs insérées.

Les plis contenant les valeurs doivent être adressés au secrétaire agent comptable, de l'Institut National Agronomique. En ce qui concerne les chèques postaux, faire le versement au compte de l'Institut National Agronomique.

A défaut de versement par le candidat du droit précité, sa demande d'inscription sera tenue pour nulle et non avenue. Le droit d'inscription ne sera pas remboursé, même en cas d'absence ou d'échec des candidats.

Chaque candidat recevra une lettre de convocation, qui lui sera adressée après la clôture du registre d'inscription.

Ecoles nationales d'Agriculture. — Les épreuves écrites du concours d'admission aux Ecoles Nationales d'Agriculture en 1928, auront lieu les lundi 11, mardi 12 et mercredi 13 juin 1928.

Elles seront subies au choix des candidats : soit à Paris, au manège Guindey, 2, avenue Lowendal, soit en province, dans les hôtels de préfecture d'Alger. Bordeaux, Lille, Lyon, Nancy, Nantes et Toulouse.

Le registre d'inscription sera ouvert le 25 avril et clos le 15 mai 1928, dernier délai.

Les demandes des candidats établies sur timbre et accompagnées du dossier réglementaire, devront être adressées à M. le Directeur de l'Institut National Agronomique, 16, rue Claude-Bernard, Paris (5e).

Préalablement à l'envoi de ce dossier, les candidats devront acquitter un droit d'inscription de 70 fr. 25, dont la quittance devra être jointe audit dossier.

Mêmes conditions de versement et mêmes dispositions que pour le Concours d'admission à l'Institut National Agronomique. (Voir ci-dessus à partir de « Les candidats... »)

Ecole Nationale des Industries Agricoles. — L'avis ci-dessus, relatif à l'inscription des candidats aux Ecoles Nationales d'Agriculture, est applicable en toutes ses parties aux candidats à l'Ecole Nationale des Industries agricoles.

La date des épreuves écrites ainsi que les centres d'examen sont également les mêmes pour les deux concours.

Le concours d'admission à l'Ecole Nationale des Industries agricoles comprendra :

Comme épreuves écrites : deux compositions de mathématiques (1° mathématiques et géométrie; 2° algèbre,

trigonométrie et mécanique); une composition de physique et chimie; une composition française; une composition de croquis coté (deux heures); une composition de dessin géométrique (deux heures).

Comme épreuves orales : une interrogation de mathématiques; une interrogation de physique et chimie; une interrogation facultative de sciences naturelles.

Ecole nationale d'Agriculture de Montpellier. — Un concours sera ouvert le lundi 7 mai 1928, à neuf heures, à l'Ecole Nationale d'Agriculture de Montpellier, devant un jury désigné par le Ministre de l'Agriculture, pour la nomination, à cet établissement, d'un Chef de travaux de la chaire de Physique, Météorologie, Géologie et Minéralogoie.

Le programme du concours et les conditions d'inscription seront envoyés aux candidats, sur demande adressée au Ministre de l'Agriculture (Direction de l'Agriculture, 1er bureau).

Ecole Nationale supérieure des Mines de Saint-Etienne. — Les anciens élèves de l'Ecole Polytechnique (français et étrangers internes) désirant entrer, en octobre 1928, comme élèves titulaires, à l'Ecole Nationale supérieure des Mines de Saint-Etienne, devront adresser leur demande d'admission au directeur de cette école avant le 1er juillet 1928. A cette demande devra être joint le bulletin de sortie de l'Ecole Polytechnique faisant connaître le rang de sortie de l'élève et sa moyenne générale.

Le nombre des admissions à prononcer sera de cinq au maximum.

Ecole Nationale d'Arts et Métiers de Châlons. — Le Directeur est autorisé à accepter la donation de 400 fr. de rente faite par M. et Mme Got, de Laives (Saône-et-Loire). en vue de créer, audit établissement, une bourse perpétuelle de même montant en souvenir de leur fils ancien élève de cette école mort au service de la France.

Cette bourse sera attribuée, chaque année, sous le nom de fondation Eugène Got, à un élève méritant de situation modeste ou de famille nombreuse, admis à l'Ecole de Châlons dans les vingt premiers de sa promotion.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Introduction à la physique des rayons X et gamma, par MM. Maurice et Louis de Broglie. In-8° de 200 pages avec 27 figures et 11 planches hors-texte. Gauthier-Villars, éditeurs, Paris.

MM. Maurice et Louis de Broglie, dont les lecteurs de cette Revue connaissent les belles recherches tant expérimentales que théoriques qu'ils ont consacrées aux rayons X et aux quanta, ont résumé, en un livre fort suggestif et toujours intéressant, nos connaissances sur les rayons X et les rayons gamma. Il n'était pas facile de faire un exposé tout à la fois clair et au courant des travaux les plus récents, dans un domaine où les faits et les théories s'amoncellent et parfois se contredisent avec une rapidité déconcertante. Les auteurs ont su parfaitement mettre en relief les résultats les plus saillants. Il est impossible de résumer leur ouvrage en quelques lignes, sous peine d'être réduit à indiquer les titres des chapitres. Après avoir rappelé les expériences qui ont établi la nature ondulatoire des rayons X, ils exposent les principaux faits relatifs à l'émission et à l'absorption, à la diffraction, et à l'optique physique des rayons X et des rayons gamma, et les théories qui permettent d'interpréter ces faits dans le modèle actuellement admis pour représenter l'atome. Ils insistent fort justement sur la nécessité de faire appel tantôt aux quanta, tantôt à l'électromagnétisme, pour ces diverses interprétations. Mais ils laissent prévoir, en même temps, qu'il apparaît comme possible de fondre ces deux conceptions, jusqu'ici antagonistes, ce qui serait une acquisition théorique de la plus grande importance pour la philosophie naturelle. A cet égard, leurs suggestions apportent une contribution importante à cette synthèse si désirable. A. Bc.

A new view of surface forces, par Wilson Taylor. In-8° de 240 p. avec figures. The University of Toronto Press, Toronto.

Un comité a groupé un certain nombre de Mémoires ou d'articles portant principalement sur les propriétés superficielles des liquides. Sur ces propriétés, qui interviennent dans un grand nombre de phénomènes physiques, Taylor avait apporté des suggestions théoriques qui intéresseront tous les physico-chimistes. A. Bc.

Revue hydrographique publiée par le Bureau hydrographique international, Monaco. Vol. IV, n° 2, novembre 1927. 1 vol. in-8° de 256 p. cartes et fig. en texte et hors-texte. Imprimerie Robaudy, Cannes. Prix : 2 dollars.

Le Bureau hydrographique international établi à Monaco est dirigé actuellement par un Américain, le contre-amiral Niblack, un Français, l'ingénieur hydrographe de Vanssay, et un Italien, le capitaine de vaisseau Tonta. Il a pour but de centraliser et de coordonner toutes les recherches scientifiques relatives aux questions maritimes et susceptibles d'être utilisées dans la pratique pour les besoins de la navigation. Son champ d'action est donc très vaste et son activité peut devenir très efficace, la mer étant à vrai dire l'unique domaine international. Le Bureau publie depuis 1921 une *Revue* périodique dont le huitième tome vient de paraître. L'étude liminaire de ce tome, due à l'amiral Niblack, est consacrée justement à exposer les bienfaits de la coopération internationale dans les questions maritimes : à vrai dire, cette coopération n'a commencé qu'à la suite d'un désastre, celui du *Titanic* en 1912, qui a déterminé la création du service de patrouille des glaces dans l'Atlantique nord; et à côté de cette patrouille, l'expédition scientifique récente qui a donné le plus de résultats n'a rien d'international; c'est l'expédition du bateau allemand *Meteor* dans l'Atlantique, de 1924 à 1927; l'amiral Niblack, qui en célèbre les résultats, encore que nous n'en connaissions qu'une petite partie, ne paraît pas s'apercevoir que cet exemple infirme sa thèse, car on ne peut comparer les travaux du *Meteor* à ceux de la patrouille des glaces. — On trouvera dans la *Revue* une longue étude sur l'emploi de l'aviation pour les levés; cette étude est faite de rapports adressés par les Etats-Unis, la République Argentine et l'Australie en réponse à une demande du Bureau, et aussi d'une note de M. de Vanssay sur le calcul de la position d'un avion au moment de la prise d'une photographie. On remarque encore parmi les mémoires, une note intéressante sur les bruits parasites ultra-sonores, fort utile pour ceux qui s'occupent de sondage acoustique; la description d'un marégraphe allemand de haute-mer dont le principe est le même que celui que l'appareil français Favé; enfin, un bon exposé historique de W. G. Perrin sur le méridien-origine. On peut remarquer, à ce propos, que l'accord international s'est fait sur cette question dès 1884, bien avant la naissance du Bureau hydrographique : lorsqu'une mesure est réellement utile, elle s'impose contre vents et marées et en dépit de tous les préjugés nationaux. Toutes les nations ont adopté le méridien-origine de Greenwich; la Grande-Bretagne, de son côté, devra tôt ou tard adopter le système métrique, qui de plus en plus s'étend sur le monde entier. C. Vallaux.

Imp. P. et A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

Le Gérant : M. Hédan.

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 8 — 66e ANNÉE — 28 AVRIL 1928

LA SEPTIÈME CONFÉRENCE GÉNÉRALE DES POIDS ET MESURES

par Ch.-Ed. GUILLAUME
Directeur du Bureau International des Poids et Mesures

La Convention du Mètre, charte de fondation du Bureau International des Poids et Mesures, signée à Paris, le 20 mai 1875, prévoit la création de deux organismes : le Comité International des Poids et Mesures, qui siège tous les deux ans, et dont les fonctions consistent dans la haute direction du Bureau International ; la Conférence générale des Poids et Mesures, qui se réunit tous les six ans, prend connaissance des actes de gestion du Comité, et, d'une manière générale, décide de toutes les questions de principe concernant le Service international des Poids et Mesures. Le Comité se compose de dix-huit membres, choisis dans des Etats différents ; la Conférence comprend les délégués de tous les Etats adhérents à la Convention, aujourd'hui au nombre de trente-et-un.

La première Conférence devait sanctionner les équations des mètres et des kilogrammes internationaux ; elle s'est réunie en 1889, lorsque la construction et l'étude des nouveaux étalons furent achevées.

Après cette Conférence, on avait prévu que l'activité du Bureau International devait se restreindre, puisque les étalons fondamentaux étaient distribués. Il n'en fut rien. D'abord, une deuxième série d'étalons fut aussitôt entreprise, et ne fut terminée qu'en 1892. Puis, une foule d'études de précision restaient encore à faire ; il fallait, pour la géodésie, déterminer les étalons adaptés aux mesures de la Terre ; mesurer des étalons à bouts ; enfin, passer en revue les divers étalons fondamentaux ses anciens systèmes de mesure. Ce fut le travail de quelques années. Puis, subitement, le programme du Bureau s'élargit. Une détermination des longueurs d'onde fondamentales fut entreprise, en appliquant les nouvelles méthodes qu'avaient imaginées M. A.-A. Michelson, et qu'il mit en œuvre au Bureau avec le concours de J.-René Benoît ; la mesure des étalons à bouts du modèle créé par la Section Technique de l'Artillerie ; enfin, les recherches sur les métaux et alliages, qui conduisirent à la découverte de l'invar, de l'élinvar et de quelques autres corps possédant des propriétés particulières. En même temps, on entreprenait, par trois méthodes différentes, la détermination du volume du kilogramme d'eau, et l'on obtenait des nombres ne différant de la moyenne que de 1 mm³, au lieu de 300 à 400 mm³ qu'avaient founis les mesures de la même constante faites au cours du XIXe siècle.

Déjà, pour la mesure des bases géodésiques, on avait perfectionné la méthode imaginée par Jäderin, et qui a pris depuis lors un énorme développement, grâce à l'introduction, comme étalons, de fils d'invar que l'on tend sous un effort déterminé. Plus de 800 fils ont été étudiés au Bureau, dont un grand nombre sont

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

revenus plusieurs fois pour une vérification. Grâce à cette organisation, la mesure d'une base est aujourd'hui une opération courante, qui exige, bien moins que les opérations d'autrefois, un choix et une préparation minutieuse du terrain, et n'entraîne que le cinquantième environ des frais que nécessitent les mesures à la règle.

Toutes les conquêtes ci-dessus étaient inscrites déjà à l'actif du Bureau International, lorsque se réunit, en 1921, la sixième Conférence, et plusieurs d'entre-elles créent un courant abondant de travaux qui se succèdent sans interruption.

La septième Conférence, dont la présidence a été exercée par M. G. Bigourdan, a pris connaissance de travaux plus récents, puis, elle a résolu des questions de principe, dont je vais dire quelques mots.

***

Depuis fort longtemps, il était question de créer un Bureau International des Unités électriques. A diverses reprises, des pourparlers suivis avaient même été engagés. A la suite de la Conférence des Unités électriques de 1884, après la modification de la valeur de l'ohm en 1892, surtout après la Conférence Internationale tenue à Londres en 1908, la question avait été posée, mais non résolue. Lors de la sixième Conférence générale des Poids et Mesures, on fit un pas décisif : la Convention du Mètre avait été modifiée de façon à autoriser le Bureau International à s'occuper de ces études, mais non encore à créer une section des Unités électriques. La dernière Conférence a levé toutes restrictions à cet égard, et les crédits mêmes ont été votés.

Non point que le Bureau puisse créer immédiatement cette section. Le Comité International a reconnu que ses compétences sont encore insuffisantes pour qu'il puisse prendre des décisions fermes, qui auront d'importantes conséquences ; c'est pourquoi, il a constitué, avec la collaboration des laboratoires nationaux, un *Comité Consultatif d'Electricité*, qui devra lui remettre un rapport avant le 1er mars de l'an

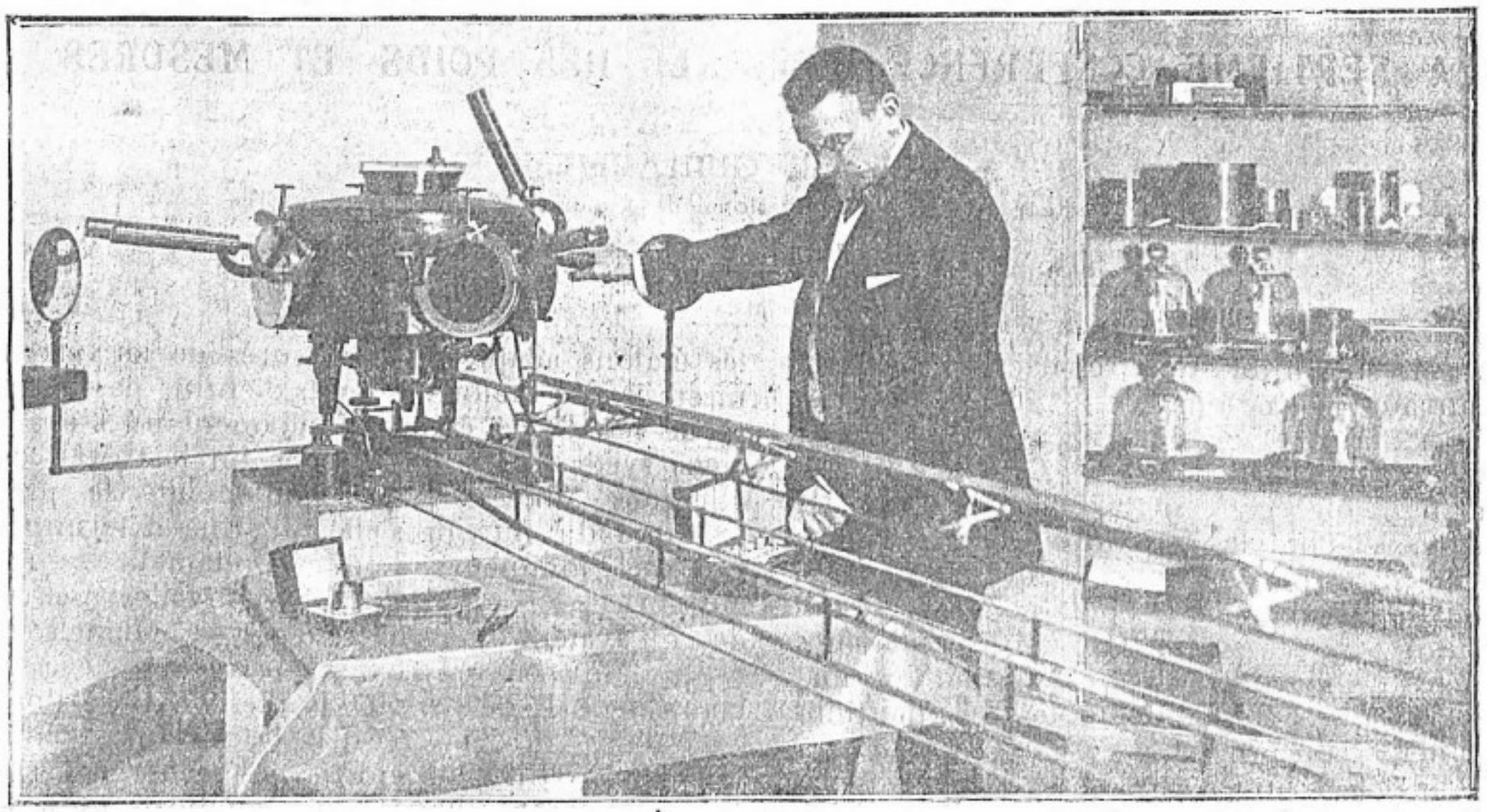


Fig. 85. — Pesée dans le vide avec la balance de Bunge

prochain ; c'est seulement à ce moment-là que l'on pourra procéder aux installations nécessaires pour assurer ces nouvelles fonctions du Bureau.

Jusqu'ici, on s'est borné à des intercomparaisons des étalons servant aux divers laboratoires nationaux : le National Physical Laboratory, à Londres, le Bureau of Standards, à Washington, le Laboratoire Electrotechnique, à Tokio, la Chambre Centrale des Poids et Mesures, à Léningrad, la Physikalisch-Technische Reichsanstalt, à Berlin, enfin, le Laboratoire Central d'Electricité, à Paris. Déjà, des échanges d'étalons, procédant d'un laboratoire au suivant, avaient été provoqués par le Comité International, et avaient donné des résultats partiels, dont la Conférence a eu à prendre connaissance.

***

Une autre question posée d'une façon aussi incisive au Comité International d'abord, à la Conférence ensuite, est celle de la température de définition des étalons à bouts. L'emploi de ceux-ci est, en effet, bien différent de celui des étalons à traits, dont, on se sert à une température quelconque, en tenant compte de leur dilatation, de manière à pouvoir calculer, lors de chaque expérience, leur longueur vraie. Les étalons à bouts, au contraire, servent, pour la plupart, aux ajustages industriels ; ils sont employés presque toujours sans correction de température, et doivent posséder leur valeur exacte à une température déterminée.

La Section Technique de l'Artillerie avait, en 1895, adopté la température de 0°. Les étalons étaient des tiges à bouts sphériques faites en un acier déterminé, et possédaient tous à très peu de choses près la même dilatabilité. Donc, s'ils étaient ajustés à 0°, ils conservaient les mêmes rapports à toutes températures, et pouvaient, dans toutes conditions, servir aux ajustages auxquels ils étaient destinés.

Mais, dans ces dernières années, les étalons Johansson, limités par des faces planes, ont conquis peu à peu la faveur des constructeurs, grâce surtout au fait qu'ils sont admirablement ajustés, et se laissent *abouter* sans difficultés et sans erreurs apréciables. En d'autres termes, on peut constituer un étalon composite simplement en additionnant un certain nombre d'étalons, qui, judicieusement choisis, peuvent fournir toutes les longueurs possibles de centième en centième, ou même de millième en millième de millimètre.

Mais les étalons Johansson, trempés à cœur, possèdent une dilatabilité mal déterminée, et variable de l'un à l'autre dans d'assez larges limites. C'est, pour cette raison, qu'en général, on les emploie à une température de repère voisine de la température ambiante.

Le Bureau of Standards a pris l'initiative de leur ajustage à 20°, et a proposé à la Conférence que cette température fût désormais choisie comme température normale des étalons à bouts.

La question est complexe, car, un tel changement, s'il est accepté, entraînera forcément une modification (de 220 millionièmes environ) dans la longueur de ces étalons, et, par conséquent, de toutes les pièces qu'ils servent à ajuster. D'autre part, pour l'unification internationale des dimensions des machines, un tel accord est nécessaire.

Comme pour les unités électriques, mais pour d'autres raisons, la Conférence a différé sa décision, et a donné pleins pouvoirs au Comité International pour prendre une résolution lorsqu'il aura examiné tous les éléments du problème. La *Fédération des Syndicats de la Construction Mécanique* s'en occupe beaucoup en France. Certainement, si la température de 20° est adoptée, il y aura un gros sacrifice à prévoir pour les adhérents à la Fédération, mais, d'autre part, étant donné l'état actuel de la question, on ne peut pas s'attendre à ce que les mécaniciens américains et allemands révoquent une décision sur laquelle est basée aujourd'hui toute leur construction.

***

Maintenant, se présente une question qui peut paraître à beaucoup un infime détail, mais qui a occupé et préoccupé le Bureau International pendant plusieurs années, et lui réserve encore beaucoup de travail. C'est celle de la dilatation des prototypes.

Revenons en arrière.

Lorsque les étalons furent distribués aux Etats, en 1889, leur étude avait été faite par les meilleurs procédés dont on disposait alors. En particulier, la détermination de leur dilatation, exécutée avec grand soin, avait consisté à les comparer chacun à huit températures différentes, comprises entre 0° et 38°, au Prototype international ; en outre, ils avaient été comparés à ce Prototype par des séries fermées faites à la température ambiante. Les certificats avaient été établis en conformité avec les résultats obtenus ; en particulier, on avait attribué à chaque règle la dilatabilité résultant directement de l'expérience.

Déjà, au moment de la première Conférence, plusieurs des dilatations trouvées étaient extrêmement peu différentes, et on aurait pu choisir l'une ou l'autre, ou leur moyenne, sans entraîner, dans les résultats, d'erreurs supérieures à celles des observations. Mais plusieurs des barres avaient conduit à des formules un peu plus divergentes, et alors, on avait suivi un précepte uniforme. Simplement, dans la formule de dilatation, on avait adopté un coefficient quadratique commun, parce que, pour ce coefficient du moins, les écarts étaient certainement plus considérables que les fluctuations pouvant le représenter d'une règle à l'autre.

Des déterminations avaient été faites également au moyen de l'appareil Fizeau sur des échantillons prélevés à l'extrémité des barres, et de tout cet ensemble, on avait déduit les nombres qui paraissent les plus probables.

Mais, lorsqu'à partir de 1919, le Bureau eût à procéder à la première vérification périodique des règles étalons, un doute surgit dans l'esprit de ceux qui étaient chargés de ce travail.

Parmi les règles revenues au Bureau, se

trouvaient précisément celles auxquelles on avait attribué, en 1889, une dilatabilité basse, moyenne et forte. On en choisit six, et on les compara en série fermée à 0°, à 16° et à 32°. Les observations, extrêmement complètes et parfaitement contrôlées, qui furent alors exécutées, conduisirent à cette conclusion, que toutes les règles de la même coulée possèdent des dilatabilités tellement voisines qu'il sst impossible de mettre leurs écarts en évidence.

On établit aussi la différence de la dilatation entre des barres d'origines diverses : celles qui étaient issues de la célèbre coulée du Conservatoire, faite en 1874, et les barres fournies par la firme Johnson-Matthey, à Londres.

Le problème se réduisait donc à déterminer, avec toute la précision possible, la dilatation d'une seule des barres, puisque la même formule devait être adoptée pour toutes celles de même provenance. C'est à ce problème que le Bureau International a consacré des recherches minutieuses, mais qui n'ont pas encore abouti à un résultat que l'on puisse considérer, pour l'époque actuelle et pour les trente ou quarante ans à venir, comme ne soulevant aucune objection. La Conférence a pris connaissance avec un vif intérêt des données déjà obtenues, mais certaines d'entre-elles, en particulier, celles qui ont été fournies par le comparateur et par l'appareil Fizeau, divergent encore un peu trop, sans qu'on ait pu en établir la cause.

*
* *

Fizeau déjà pensait que l'on pourrait prendre, comme unité linéaire, une longueur d'onde déterminée. Mais, de son temps, la valeur de celles-ci était assez mal connue et les raies étudiées trop larges pour que l'on pût considérer ce projet autrement que comme une vue d'avenir.

La question changea du tout au tout lorsque M. Michelson eut exécuté, au Bureau International, ses mémorables travaux. Il avait établi l'existence de raies extrêmement fines, et avait déterminé la valeur de leurs longueurs d'onde avec une précision dépassant le millionième.

Depuis cette époque, qui nous reporte à près de quarante ans en arrière, la question n'a cessé de progresser, grâce aux travaux faits en divers laboratoires; et il était très naturel que l'on reprît l'idée de Fizeau.

Dès l'année 1907, on avait déclaré que la longueur d'onde de la raie rouge du cadmium fournirait, *pour le spectre*, une unité définitive. Ainsi, on avait admis que cette raie, dans l'air à 15° et sous la pression atmosphérique normale, représentait 6438, 4656 angströms, l'angström étant une unité sensiblement égale à 1/10.000 de micron. Mais, il reste entendu que si, dans le cours des années, de nouvelles déterminations révèlent des écarts entre l'angström et le dix-millème de micron, l'angström restera l'unité du spectre ; les longueurs d'onde indiquées ne seront plus alors données en unités métriques.

Cette décision semble n'avoir pas été partout bien comprise, et une proposition de la définition du Mètre, en partant des longueurs d'onde, a été faite au Comité et à la Conférence. Le Comité a rétabli la proposition dans

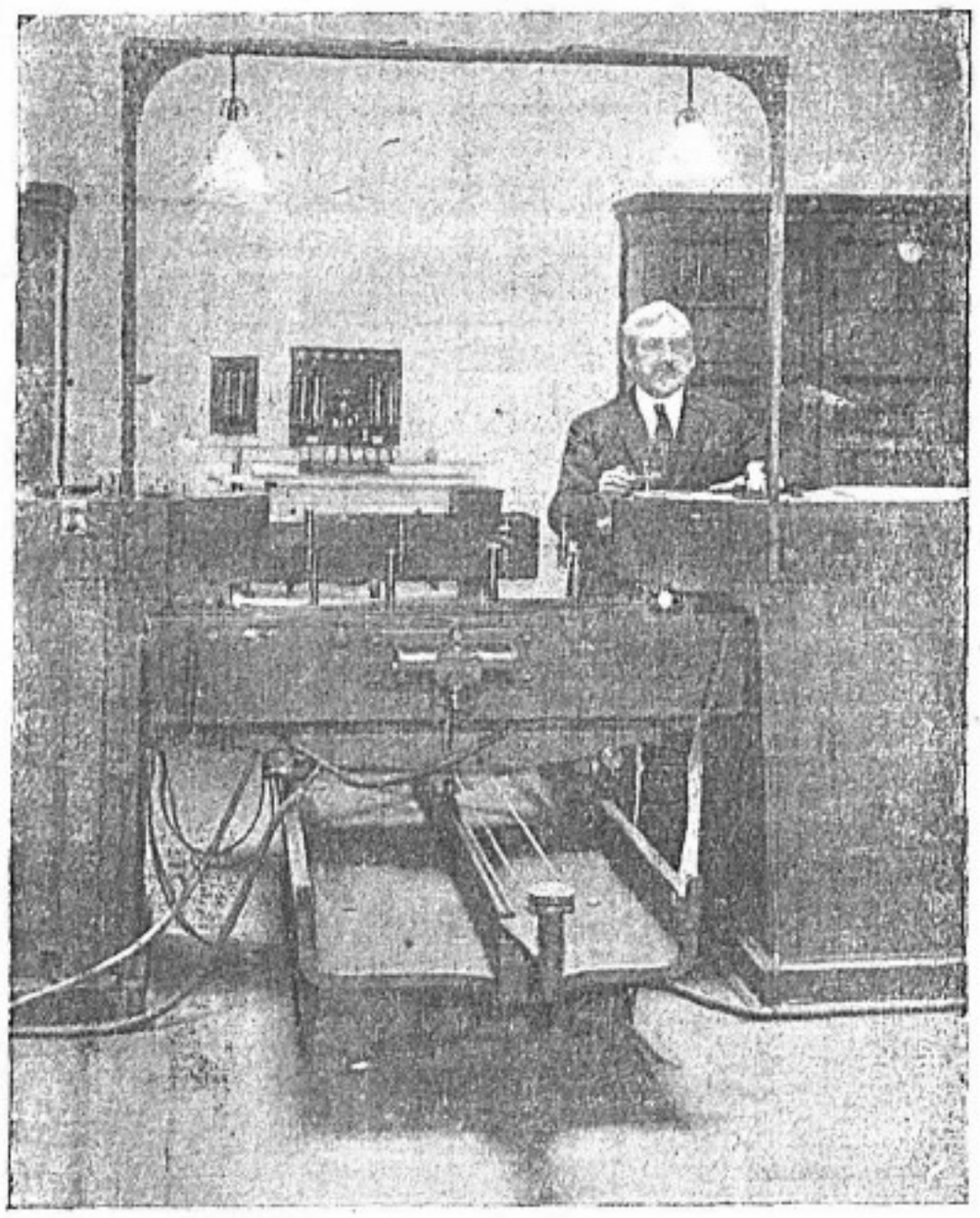


Fig. 86. — M. Ch.-Ed. Guillaume mesurant un étalon de longueur au moyen du Comparateur Brunner

la forme limitée qu'elle doit conserver, car le Mètre est immuablement défini par le Prototype international.

*
* *

Précisément, la question de l'immuabilité du Mètre fait l'objet, depuis plus de dix ans, de recherches approfondies. Autrefois, on pensait contrôler la constance de sa longueur par la mesure de la Terre ou par celles du pendule battant la seconde en un endroit déterminé. Mais, dans le cours des temps, le Mètre s'est montré beaucoup plus invariable, et beaucoup plus précis que les valeurs adoptées à la fois

par le méridien et pour le pendule. Ces moyens de contrôle ont donc été, au cours du XIX^e^ siècle, considérés comme caducs. Mais, à la suite des expériences de Michelson s'est peu à peu manifestée la tendance à contrôler sa longueur par celles des ondes lumineuses. Lorsque, après les déterminations de Benoît, Fabry et Perot, on eut pu penser que les longueurs d'onde étaient déterminées avec la précision du dix-millionième, la comparaison de la stabilité des deux unités pouvait devenir efficace. Mais alors si, dans les années à venir, on apercevait une variation dans leur rapport, il faudrait établir que le Mètre a changé ou que les longueurs d'onde ne sont plus produites dans les mêmes conditions.

La question est encore à l'étude. La fréquence d'une radiation engendrée par un phénomène déterminé est fonction de la pression dans la lampe, de la température, du champ magnétique, du champ électrique, du champ de gravitation lui-même ; la longueur d'onde dépend des conditions de la propagaiton : pression et température, et même composition de l'air ; il ne faut pas oublier, en effet, que, avec l'élévation de la température, ou l'augmentation de la densité des gaz ou des vapeurs, les raies s'élargissent, et, cet élargissement n'est pas forcément symétrique ; d'autre part que, si l'on opère dans un laboratoire convenablement aéré, les conditions de la propagation sont toujours à peu près les mêmes ; mais que, si de laboratoire est protégé contre les variations de la température, et, par conséquent fermé, la présence de l'observateur modifie progressivement la composition de l'air.

On le voit, le problème est extrêmement complexe, considéré du point de vue métrologique ; et, c'est le seul qui doive nous occuper ici.

Un troisième témoin des longueurs a pu être réalisé dans ces dernières années. Des étalons de quartz parfaitement pur et taillé dans la direction parallèle à l'axe peuvent être limités par des surfaces planes et parallèles à quelques centièmes de microns près. On peut déterminer leur longueur en fonction des ondes lumineuses, et dès lors, on possède un troisième témoin de l'unité de longueur. Si, dans un temps plus ou moins éloigné, on constate que l'une des trois représentations du Mètre s'éloigne systématiquement des deux autres, qui resteront constantes entre elles, il y aura lieu de supposer que la première a changé.

Les expériences fondamentales sont déjà avancées. Le Bureau International déterminera, d'après un modèle établi, un certain nombre d'étalons de quartz de 1 décimètre, et les répartira entre les laboratoires qui en feront la demande. Ceux-ci les détermineront aussi en longueurs d'onde, et ce sera un premier pas fait dans l'établissement de ce troisième témoin. Il faut, en effet, s'assurer d'abord que les divers laboratoires procèdent bien par les mêmes méthodes, et obtiennent les mêmes valeurs.

On a choisi le quartz parce qu'il est le corps cristallin le plus facile à obtenir en grandes dimensions, et parce que l'habileté des constructeurs permet aujourd'hui l'établissement d'étalons de cette matière répondant parfaitement à leur définition. Comme il est cristallisé sans doute depuis des centaines de milliers d'années, il y a des chances pour qu'il ait atteint son état définitif, alors que, pour le platine irridié qui a servi à constituer le Mètre, on peut encore penser que l'état micro-cristallin n'est pas définitif, et qu'il est sujet à éprouver des variations par suite de l'agglomération des petits cristaux. On n'a rien observé de semblable, il est vrai; les mètres ont été, à l'origine, chauffés au rouge, de sorte que les modifications cristallines en instance ont eu l'occasion de s'effectuer, et, pour le reste, l'alliage est dans un état apparent de parfaite stabilité. Mais enfin, étant donné que les unités métriques régissent les mesures de haute précision dans le monde entier, on ne saurait s'entourer de trop de garanties.

*
* *

Si le Bureau International a, dans ses attributions, toutes les études métrologiques propres à perfectionner encore le Système métrique, il ne peut qu'exceptionnellement s'occuper des principes mêmes qui définissent sa structure. Sans doute, par la force des choses, il a acquis une compétence exceptionnelle pour tout ce qui concerne les unités métriques. Mais ces questions sont proprement du ressort de la Conférence générale, qui consacre toujours une séance à leur exposé.

Elle a appris avec satisfaction, par exemple, qu'aux Etats-Unis, le Système métrique est en instance d'un progrès légal ; en effet, il y a près de six ans, une loi fut déposée à la Chambre des Représentants sous le titre de Bill Britten, en vue de faire adopter le Système métrique dans la grande Confédération américaine. Depuis lors, le projet a été amendé, en particulier par M. Frederick-H. Gillet, et présenté par lui au Sénat.

Il ne s'agit, pour le moment, de recommander l'obligation du Système que dans le commerce, l'industrie étant libre de choisir ses unités.

La propagande est conduite en ce moment dans l'idée suivante : le mètre s'appellera *world yard*, le litre *world quart*, et on adoptera, en outre, un *pound* dont la valeur sera de 500

grammes. Le mouvement paraît très intense, et on peut espérer le voir aboutir.

A ce propos, dans les tables de constantes publiées aux Etats-Unis, nous avions lancé cette affirmation que le yard y diffère de la valeur qu'il a en Angleterre. Des polémiques ardentes se sont élevées, et ont abouti à la confirmation absolue de notre déclaration. Le yard britannique est défini par l'Impérial Standard, tandis que, aux Etats-Unis, il a été donné, en 1893, par le renversement du rapport numérique qui, depuis 1866, définissait le Mètre. Lors de la dernière Conférence, les délégués américains tentèrent, auprès des délégués britanniques, une conciliation par l'adoption d'un rapport unique entre le yard et le mètre, le choix étant déterminé par la condition que 1 pouce vaille exactement 25 mm, 4. La tentative a échoué, de sorte que la différence entre le yard des deux côtés de l'Atlantique se trouve confirmée. Il en est de même pour la valeur de la livre.

Mais, c'est dans l'Orient que se produit, en ce moment, le plus grand mouvement prométrique. La Russie avait adopté le Système métrique facultatif dès l'année 1900. Les Soviets l'ont rendu obligatoire par une loi promulguée en 1918, et qui devait devenir effective en 1922. Mais les difficultés de toutes sortes qu'a entraînées la Révolution russe ont conduit à reculer de quelques années la date d'obligation primitivement prévue, et l'ont fait reporter au début de 1927.

Il est très intéressant de suivre le travail acharné et très méritoire fait dans l'U. R. S. S. pour l'introduction du Système. Maintenant, la réforme est accomplie. On ne s'en est pas tenu aux unités ordinaires, mais, à l'exemple de la loi française du 2 avril 1919, le Système M. T. S. a été adopté dans tous ses détails, et l'on mesure la force en sthènes et la pression en pièzes, qui conduisent, pour le travail et la puissance, au kilojoule et au kilowatt.

De la Russie à la Perse, il n'y a qu'un pas ; dans ce pays, le Système métrique a été adopté en 1924, sous la réserve qu'un mètre se dit : *zar*, un litre : *ralte*, et un gramme : *dram*.

Que l'on aille encore plus à l'est, jusqu'à l'Afghanistan, on trouve le Système métrique rendu obligatoire à partir du jour de l'an 1305 (21 janvier 1926). Ici encore, les noms sont en partie locaux. Le décamètre s'appelle *lasémètre*, l'hectomètre : *salémètre*, le kilomètre : *xarémètre*.

Au Siam, la loi d'obligation est du 17 décembre 1923. Déjà, le *wah* avait été légalisé à la valeur exacte de 2 mètres, et le *tanan*, qui était à l'origine le cœur d'un petit-noix de coco, avait été arrêté à 0,92 litre ; il est devenu depuis lors le litre. Pour les surfaces, certaines unités courantes auront encore une existence passagère, comme le *wah* carré de 4 mètres carrés, le *ngan* carré de 400 mètres carrés, etc. On a aussi conservé le *catty* de 600 grammes et le *picul* de 60 kilogrammes, considéré, dans tout l'Extrême-Orient, comme la charge normale d'un homme.

Depuis longtemps, le Système métrique progresse au Japon ; il est devenu obligatoire le 1er juillet 1924 avec un délai de cinq ans imparti aux administrations, bureaux, offices, établissements publics, usines et industries importantes. Ce délai écoulé, l'usage des anciennes mesures entraînera les pénalités déjà prévues par la loi.

On le voit, le temps n'est plus très éloigné où le monde sera partagé entre les deux systèmes, métrique et britannique. Et nous avons vu qu'aux Etats-Unis, celui-ci est près d'être abandonné. En Grande-Bretagne même, une loi dans ce sens avait été votée par la Chambre des Lords ; elle échoua sur un vote émis par la Chambre des Communes, le 22 mars 1907, sur l'affirmation produite à la tribune par M. Lloyd George, suivant laquelle le Système métrique aurait subi en France un échec désespéré. Que le Système britannique ait conservé ses partisans, cela est très naturel. Il est certain que, dans un pays aussi avancé au point de vue industriel que l'Angleterre, l'adoption du Système métrique entraînera des frais immenses ; mais, plus elle attendra, plus la réforme sera coûteuse. Lorsqu'on en sera bien persuadé, au nord de la Manche, il n'est pas douteux qu'elle s'accomplira. Et alors, le monde entier bénéficiera de l'œuvre immortelle qu'édifièrent les hommes de la Convention.

C'est cette perspective prochaine qui a pu être évoquée lorsque, le 5 octobre dernier, l'Académie des Sciences, qui avait joué un rôle capital dans la création du Bureau International des Poids et Mesures a institué une solennité afin de célébrer le cinquantenaire de la Convention du Mètre. L'histoire du Système métrique, et la philosophie en fut dégagée alors dans un discours magistral prononcé par l'illustre Secrétaire perpétuel de l'Académie, M. Emile Picard. Décrire les faits principaux qui ont marqué l'existence du Bureau pendant un demi-siècle m'échut en partage. Enfin, M. Maurice Bokanowski, Ministre de l'Industrie et du Commerce, qui présidait la cérémonie, en dégagea en termes élevés, les conséquences à la fois pour l'avancement de la science et celui de la civilisation. Il affirma la bienveillance du Gouvernement français, qui ne s'est jamais démentie à l'égard du Bureau International, et dans les grandes occasions, a même pris une forme active et profondément bienfaisante.

SOUVENIRS SUR BERTHELOT

par C. MATIGNON
Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France

Les nations de l'Amérique latine ont été largement et dignement représentées aux fêtes du centenaire de Berthelot. Au Panthéon, M. le Ministre de l'Instruction Publique de la République Argentine, M. le professeur Gallardo, prenant la parole au nom des délégués étrangers a magnifié l'œuvre de Berthelot dans un discours plein de sentiments et nous montrait chez le grand savant et l'ardent patriote, un cœur très sensible à l'amitié et à l'amour de la famille.

A la cérémonie de la pose de la première pierre de la Maison de la Chimie, M. le Ministre du Vénézuéla, M. Zumeta, au nom des souscripteurs étrangers, prononçait une allocution d'allure très élevée. Il nous montrait le grand penseur, inspiré par sa foi libératrice de grand citoyen de la France et du monde, condensant dans la plus heureuse synthèse de sa vie la pensée et l'esprit gréco-latin, en exprimant que « le triomphe de la science arrivera à assurer aux hommes le maximum de moralité et de bonheur ».

Si ces nations ont occupé une place d'élection dans nos cérémonies et si elles ont apporté d'autre part, une contribution imposante à la souscription internationale pour l'édification de la Maison de la Chimie, c'est qu'elles ont mieux compris que quiconque l'importance de l'œuvre de Berthelot et qu'elles ont mieux senti, avec leur esprit latin, tout l'idéal qui se dégage de cette œuvre maîtresse.

Car, Berthelot fut le type accompli du génie latin ; il le fût à la fois par la précision dans ses recherches, par la clarté et l'ampltitude de ses déductions, par la finesse et la mesure dans ses extrapoliations, par la rapidité de ses conceptions, par sa passion d'être utile à son pays et à l'humanité, par son dédain du repos et du profit, et comme conséquence, par son souci permanent d'idéal. Aucun savant, depuis près d'un siècle et demi que la science est constituée, n'a dégagé comme lui le rôle à la fois social et idéal de la science.

La science tiendra dans l'avenir une place de plus en plus grande dans la vie des peuples, et par là même elle est appelée à devenir le plus actif agent de liaison entre ces peuples. En effet, elle développe chaque jour davantage la communauté de leurs intérêts, elle déduit des faits constatés par l'expérience des préceptes et des doctrines qui s'imposent à toutes les convictions, dans tous les temps et dans tous les lieux. Dans l'avenir, comme une nécessité inéluctable de son développemnet et de ses progrès, elle imposera à toutes les nations leur collaboration volontaire et amicale, et par là elle contribuera à la réconciliation des hommes.

Les nations latines sont constituées par des races d'origines les plus diverses, mais toutes ces races ont été malaxées et façonnées par la civilisation gréco-latine, qui a imprimé à leur cerveau et à leur cœur une même orientation. Les Latins ont toujours donné à la vie un sens à la fois sublime et réel, ils se sont constamment montré les défenseurs de l'idéal de perfectionnement moral et intellectuel de l'homme, ils ont toujours été épris du même idéal de justice et de beauté. Nos intelligences et nos consciences sont en quelque sorte accordées par notre commune civilisation, aussi comme nous nous comprenons à demi-mot entre Latins, et comme dans toutes ces nations, malgré la différence des langages, nous avons l'impression d'être toujours chez nous !

Après des études classiques très brillantes au lycée Henri IV, d'où il sortit avec le grand prix de philosophie au Concours général, et le premier prix de Sciences naturelles au même concours, Berthelot, qui avait connu Renan dans son externat de lycée de la rue de l'Abbé-de-l'Epée, se mit à suivre avec lui les cours du Collège de France. Berthelot nous a raconté dans ses souvenirs que c'est là qu'il a puisé les principes de son œuvre scientifique personnelle. Avec son ami Renan, il assistait au cours de sanscrit d'Eugène Burnouf et écoutait avec respect les conversations de cet érudit si versé dans l'étude des religions. Mais c'est surtout l'enseignement de Peloüze, qui occupait la chaire de chimie, ses conversations avec Biot, ses relations avec son ami Claude Bernard, alors préparateur de Magendie, et les exemples et les méthodes de Regnault, qui a donné pour la première fois, de la méthode expérimentale, une précision et une rigueur inconnues jusque-là, ce sont tous ces maîtres du Collège de France qui ont exercé la plus grande influence sur son éducation scientifique.

C'est qu'en effet, le Collège de France a tenu, au XIX^e^ siècle, une place sans égale dans la science mondiale. Après avoir contribué à la formation d'esprits comme Berthelot et Renan, il les a chargés, en les admettant dans son sein,

de transmettre à leur tour l'inextinguible flambeau de la vieille maison, instituée en pleine Renaissance, au XVI^e^ siècle, sur des principes de liberté et d'indépendance qui ont contrasté jusqu'à la Révolution avec l'esprit théologique de la Sorbonne. A côté des grands noms de Berthelot et de Renan et de ceux que je viens de citer, je voudrais, parmi cette pléiade d'hommes éminents, rappeler ici seulement les noms d'Ampère, qui donna à l'électricité une base scientifique ; de Champollion, qui parvint à déchiffrer les inscriptions égyptiennes ; de Laënnec, le grand chirurgien auquel nous devons l'auscultation ; d'Elie de Beaumont, l'instigateur de la carte géologique de France ; des historiens Michelet et Quinet ; du critique Sainte-Beuve ; du grand physiologiste Claude Bernard, du mathématicien Joseph Bertrand, de Gaston Paris, etc., etc.

Les lettres écrites par Berthelot, vers l'époque de ses études, témoignent à la fois de ses soucis scientifiques et de ses soucis politiques. Sa correspondance avec son camarade de lycée Clamagéran, qui devait devenir un économiste et un homme politique distingué, est particulièrement intéressante. Avec la générosité de leurs vingt ans, ils fondent tous deux beaucoup d'espoir dans le socialisme pour conquérir et donner la liberté aux peuples opprimés. Ils reconnaissent d'ailleurs que le socialisme, dès le début, a été mal représenté, que ses animateurs sous le rapport de la régularité et de bonnes mœurs n'ont pas toujours eu une conduite irréprochable et que, pour atteindre leur but, il faute une génération nouvelle, plus austère, plus convaincue, mieux pénétrée de la sainteté de sa cause et plus infatigable à la défendre.

En 1849, Berthelot écrit à son ami qu'il a pris l'année précédente ses dernières grandes vacances. Car, ajoute-t-il, dans les études que j'ai commencé à suivre, le côté matériel et pratique est tellement mêlé au travail intellectuel, que l'esprit n'a pas besoin, pour reprendre ses forces, d'un repos intermittent.

L'œuvre de Berthelot est immense et véritablement prodigieuse. Aucun chimiste, dans tous les temps et dans toutes les nationalités, n'a apporté une contribution aussi importante à la somme de nos connaissance. Cette contribution n'est pas seulement prodigieuse par son étendue et par sa variété, elle se place ; comme qualité à côté de l'œuvre des plus grands, et le nom de Berthelot doit être placé désormais à côté de celui de Lavoisier.

Comment un seul homme, entouré de quelques élèves, a-t-il pu réaliser une œuvre sans précédent par la quantité de faits acquis, par la portée considérable de quelques-uns d'entre eux, par leur variété, au point qu'il n'est peut-être pas un chapitre de cette science au progrès duquel Berthelot n'ait contribué ?

Tous les savants s'inclinaient devant l'intelligence de Berthelot, ou plutôt devant les intelligences de Berthelot, car il avait toutes les formes de l'intelligence. Français et étrangers s'accordaient à reconnaître cette intelligence comme la plus vaste de son époque. Cette intelligence était d'ailleurs puissamment aidée par une mémoire dont la réputation n'était pas moins universelle.

C'est en joignant à ces qualités naturelles une puissance de travail qui n'a jamais été dépassée, que Berthelot put édifier cette œuvre surhumaine où se manifeste l'universalité de ses connaissances.

Sa rapidité de conception et de compréhension tenait du prodige. Quand on lui soumettait un mémoire, par exemple une note à présenter à l'Académie des Sciences, il prenait le manuscrit, jetait un coup d'œil sur chacune des pages et immédiatement présentait ses observations et ses critiques ; la lecture de ces deux ou trois pages, le plus souvent bourrées de faits, lui avait demandé quelques secondes.

J'ai entendu raconter par Ludovic Halévy, son cousin par alliance — Mme Ludovic Halévy était la cousine de Mme Berthelot — le fait suivant, qui souligne cette rapidité d'assimilation et de conception. Les deux cousins se trouvaient ensemble à la campagne ; Berthelot, en moins d'un quart d'heure, avait feuilleté un numéro de la *Revue des Deux Mondes*, et Ludovic Halévy lui faisait remarquer qu'il paraissait attacher bien peu d'importance au contenu du fascicule, pour l'abandonner ainsi. Berthelot prétendit en avoir lu tous les articles et pria Halévy de l'interroger en détail sur chacun d'entre eux. « L'épreuve fut probante, disait Ludovic, il me répondit sans une hésitation ni une erreur, il avait véritablement lu plus de cent pages en quelques minutes ».

Venait-on l'entretenir d'une question quelconque ? L'interlocuteur avait à peine commencé à aborder le sujet que Berthelot l'arrêtait immédiatement et lui fournissait aussitôt la réponse et les explications désirées à sa grande stupéfaction, quoiqu'il n'ait pas eu le temps et la liberté de les formuler.

Au cours de conversations avec ses assistants sur les travaux en cours, il était souvent conduit à s'appuyer sur des travaux anciens et à renvoyer son collaborateur à la lecture des mémoires correspondants. Presque toujours, il indiquait à son élève l'année et le tome des périodiques scientifiques qui les contenaient. C'est avec la même précision, la même sûreté de mémoire qu'il désignait dans la collection la place de tel appareil, les accessoires qui l'accompagnaïent, le rôle rempli autrefois par cet appareil et les circonstances les plus minutieuses des conditions de son dernier emploi.

Tous les actes, tous les gestes de Berthelot

étaient combinés de manière à utiliser chaque minute de son temps et à obtenir pendant cette minute le maximum de rendement. Fallait-il effectuer un calcul à l'aide des données fournies par une expérience en vue d'en dégager les conclusions, Berthelot avait des moyens à lui d'abréger ces calculs et d'en donner aussitôt les résultats, alors que le collaborateur, de son côté, avait à peine commencé le même calcul.

Mme Berthelot avait toutes les qualités de la compagne d'un savant ; elle lui servit souvent de secrétaire et se fit sa dévouée collaboratrice.

J'ai été témoin bien des fois du fait suivant : Berthelot, logé à l'Institut, comme le sont tous les Secrétaires Perpétuels, travaillait dans son modeste cabinet éclairé par une fenêtre donnant sur la cour intérieure de l'Institut, près de la rue Mazarine ; ce cabinet était chauffé en hiver par un feu de bois ; j'allais quelquefois, quand il y avait urgence, lui porter à domicile les résultats d'expérience ; la discussion ou la mise en œuvre de ces résultats l'obligeait à consulter quelques périodiques. logés sur les rayonnages qui remplissaient un large couloir contigu. Profitant de ce moment d'absence, Mme Berthelot, qui veillait dans une pièce voisine, gagnait rapidement le cabinet pour surveiller l'état du foyer, ajouter du bois et remettre tout en ordre ; elle s'esquivait aussitôt avec la même discrétion. Elle évitait toujours de déranger son mari pendant son travail et profitait de toute suspension pour exercer sa surveillance affectueuse et dévouée.

On comprend qu'il n'était pas toujours commode d'obtenir de Berthelot un entretien. Il fallait le saisir à la sortie de son laboratoire, vers midi, et l'accompagner du Collège de France à l'Institut. Presque chaque jour, il emmenait avec lui un de ses préparateurs pour l'entretenir de ses travaux. Que de fois nous avons ainsi parcouru ensemble la rue de l'Ecole-de-Médecine, le passage du Commerce et la rue Mazarine pendant qu'il m'exposait un programme de recherches, ou se faisait expliquer toutes les particularités d'une expérience ou qu'il développait ses idées sur la dernière découverte sensationnelle. Avec un esprit de généralisation qui ne s'était jamais rencontré au même degré dans la science chimique, une compétence s'étendant à tous les chapitres de la chimie, il dégageait de suite, presque toujours beaucoup mieux que l'auteur lui-même, toutes les conséquences d'une découverte faite par ailleurs, et lui donnait ainsi sa vraie valeur.

Berthelot, avant de se consacrer à la science, avait fait, comme je l'ai déjà dit, les études littéraires et philosophiques les plus fortes, il connaissait ses classiques latins et grecs, qu'il relisait souvent dans le texte, par exemple au cours de ses voyages en chemin de fer. Il les citait d'ailleurs volontiers sans l'ombre d'un pédantisme, mais en homme qui s'est assimilé de bonne heure la moelle et la substance de leurs pensées.

La conversation de Berthelot n'était jamais banale ; la distinction de son esprit, la profondeur de sa culture et de son érudition se traduisaient en une conversation très nourrie d'idées, avec, en surplus, un tour original, imprévu, spirituel. Toutes les questions intéressant la langue et la littérature ne le prenaient jamais au dépourvu, en général il laissait ses interlocuteurs les traiter à haute voix et se contentait de révéler la justice malicieuse et la finesse de ses jugements par une réflexion, un trait piquant adressé à ses voisins.

C'était un vrai régal de l'entendre aux réceptions intimes qui, chaque dimanche d'hiver, réunissaient à l'Institut ses amis, ses collègues et quelques élèves. Il abandonnait alors ses préoccupations scientifiques pour se consacrer tout entier aux siens et à ses amis.

Mme Berthelot présidait avec sa haute distinction toutes ces réunions qui faisaient notre joie à nous, jeunes débutants dans les sciences, car nous y rencontrions tous les hommes parmi les plus éminents appartenant à la Science ou aux Lettres : Gaston Boissier, Renan y avaient toujours un gros succès. Habituellement, tous les invités se trouvaient répartis dans le salon de l'Institut par petits groupes agrégés suivant les circonstances ou les sympathies ; quand Renan était présent, il n'y avait plus qu'un seul groupe, tous les invités formaient un cercle autour de Renan, assis, le corps immobile, véritablement inerte dans son fauteuil, tandis que toute l'animation et sa vie se concentraient dans ses yeux et sa physionomie ; il parlait lentement, d'une voix plutôt faible, de sorte que les jeunes gens comme moi, qui occupaient le dernier rang du groupe, avaient souvent peine à suivre la conversation. Gaston Boissier était, lui aussi, toujours très entouré, sa voix portait davantage ; tout sujet de conversation était pour lui l'occasion d'anecdotes historiques ou littéraires qu'il racontait avec finesse et qui, dans sa bouche, avaient un charme singulier.

Edmond de Goncourt a donné, dans son Journal, un joli portrait de la maîtresse de maison :

« Nous allons chez Berthelot (1) en voisin et tombons dans l'intérieur du chimiste. Une petite maison dans les bois. Un jardin plein d'enfants, un salon plein de femmes, Mme Berthelot, une beauté singulière, inoubliable : une beauté intelligente, profonde, magnétique, une beauté d'âme et de pensée, semblable à ces créatures de l'autre monde de Poë. Des cheveux à

(1) Berthelot était installé à Bellevue où il avait loué une petite maison pour les vacances. La Station expérimentale de Bellevue-Meudon n'était pas encore créée.

larges bandeaux presque détachés, à l'apparence d'un nimbe, un calme front bombé, de grands yeux pleins de lumière dans l'ombre de leur cernure, un corps un peu plat avec dessus une robe de séraphin maigre. Et une voix musicale d'éphèbe, et un certain dédain dans la politesse et l'amabilité d'une femme supérieure. Un enfant, son aîné, est venu s'asseoir tout contre elle, beau comme un enfant fait au ciel. »

Cette voix douce, lente et musicale de Mme Berthelot était impressionnante ; il y avait dans cette diction quelque chose de si nouveau, de si prenant, qu'on ne l'oubliait jamais quand on l'avait entendue. Et pour tous ceux qui ont connu Mme Berthelot, ce n'est pas sans émotions qu'ils retrouvent certains caractères de cette voix disparue dans la diction de sa fille, Mme Langlois, et dans celle de son plus jeune fils.

Berthelot, dans ses cours du Collège de France, avait un langage clair, simple, précis ; le débit en était calme et quelquefois un peu monotone ; il semblait, d'ailleurs, faire son exposé sans le moindre effort. Sa mémoire prodigieuse mettait constamment à sa disposition une abondance de faits et de données lui permettant des comparaisons et des rapprochements illustrant sa démonstration ; puis, avec son esprit généralisateur et sa connaissance unique de l'évolution des systèmes chimiques, il s'élevait progressivement de l'expérience réalisée à ses conséquences de plus en plus éloignées et aux généralisations les plus étendues, sans sortir du domaine de la science proprement dite et sans s'engager dans des hypothèses purement imaginatives.

Car Berthelot avait horreur de cette façon de faire de la science uniquement avec son imagination. Plus on s'éloigne dans l'ordre des conséquences, plus on s'éloigne des réalités observées, plus la certitude, ou, pour mieux dire, la probabilité diminue. Un système n'a de vérité qu'en proportion, non de la rigueur de ses raisonnements, mais de la somme de réalités qu'on y introduit.

Les exposés publics de Berthelot étaient toujours appuyés par de nombreuses et délicates expériences que le savant exécutait avec une habileté consommée. L'auditeur, ou plutôt le spectateur, assistait ainsi à la répétition des expériences les plus délicates et les plus ingénieuses. On peut répéter pour lui ce qu'il a dit lui-même de la façon de professer de Claude Bernard : « Rien de moins oratoire que ses leçons, et cependant rien de plus saisissant pour l'auditeur, rien de plus fructueux pour l'élève que cet exemple pour ainsi dire incessant, cette démonstration par le fait de la méthode par laquelle on provoque les découvertes. Elle était particulièrement à sa place au Collège de France ».

J'ai le souvenir d'un de ses cours dont la dernière partie avait été consacrée à montrer la fécondité de la synthèse chimique. « De même, avait-il ajouté, que nous pouvons créer aujourd'hui un nombre infini de matières grasses à côté des quelques principes immédiats mis en évidence par Chevreul dans les graisses, les beurres et les huiles, de même lorsque nous aurons trouvé les conditions de la réalisation d'un animal, d'une plante, nous saurons également créer toute une série de types d'animaux ou de plantes intermédiaires entre les types naturels ». Evidemment, cette fois, et ce fut la seule, Berthelot s'écartait des faits observés et passait tout à fait dans le domaine des hypothèses. J'eus la curiosité de lui demander s'il croyait sérieusement à la possibilité de semblables réalisations. « Tout cela est si loin de nous, me répondit-il, qu'il est loisible de s'aventurer dans de telles hypothèses ».

Il y avait, en fait, une cloison étanche entre le savant de laboratoire et le rêveur imaginatif, excitateur d'idées. Avant tout, esclave des faits, le savant n'attachait qu'une importance secondaire aux théories, et cette discipline scientifique rend compte de sa résistance à l'adoption des formules moléculaires de constitution.

C'est là, d'ailleurs, un fait qui se rencontre généralement chez tous les savants ayant parcouru une longue carrière scientifique. Ils ont vu s'édifier et s'écrouler tant de systèmes qu'ils arrivent fatalement au scepticisme.

Je lui avais présenté un jour une note contenant quelques idées auxquelles j'attachais beaucoup d'importance et je la lui apportais, très fier de l'exposé théorique dont j'avais encadré les faits observés. Après avoir jeté un coup d'œil rapide sur la note, Berthelot saisit un crayon et, d'un geste brusque, marqua d'une croix noire toute la partie de ma note pour laquelle j'avais escompté des compliments.

J'étais alors un débutant, et malgré toute l'autorité et l'admiration scientifique que le maître imposait autour de lui, j'avoue que je me consolai de mon désappointement en envisageant cet acte comme celui d'un savant vieilli qui n'était plus à la page. Le souvenir de ce petit incident me revient toujours à l'esprit, lorsque je me trouve en présence d'un mémoire ancien où je vais puiser quelques documents et que j'y trouve ces faits noyés dans les théories de l'époque, théories qui, dans l'état actuel de nos connaissances, paraissent enfantines, puériles et moyenâgeuses. Je m'indigne contre l'auteur qui m'oblige à lire ces puérilités pour rechercher la seule chose qui m'intéresse, le fait expérimental, et je comprends toute la justesse du geste de mon maître.

C'est d'ailleurs le propre de la jeunesse, ignorante, inexpérimentée et présomptueuse, d'avoir sur toutes choses des opinions tranchées et de ne pas admettre sur beaucoup de points l'opi-

nion de gens expérimentés et autorisés. L'âge guérit vite de ce défaut, dont ont garde d'autant mieux le souvenir qu'on le retrouve chez les générations suivantes.

Sous un dehors un peu sec, Berthelot avait le cœur le plus tendre. Ceux qui ont lu les lettres adressées par lui à Renan y découvrent la trace d'une sensibilité facile à émouvoir. Il avait un profond attachement pour les siens et apportait dans la vie de famille une grâce attendrie.

Le second de ses fils, Daniel Berthelot, professeur de physique à l'Ecole de Pharmacie, membre de l'Institut, qui a su porter dignement dans la science un nom lourd d'héritage, et qui entourait la mémoire de son père d'une si pieuse vénération, est mort au moment où le Comité Berthelot commençait à s'occuper d'une façon active de l'organisation des fêtes du Centenaire de son père et venait de lancer son manifeste en faveur de la Maison de la Chimie. Tous ses amis, c'est-à-dire tous ceux qui ont bien connu ce savant distingué, qui sous son aspect réservé cachait une âme d'élite, ont profondément souffert de l'absence du fils à ces fêtes si réussies du Centenaire et n'ont pas, au cours de ces manifestations solennelles, séparé le souvenir du père de celui du fils.

Aucun ménage n'a été plus uni que le ménage Berthelot. La mort dramatique du grand savant fut la preuve éclatante de l'amour profond qui l'unissait à sa femme ; il s'était établi entre ces deux âmes une telle union, une telle adaptation réciproque, que leur existence constituait vraiment ce que les naturalistes appellent une « symbiose ».

Dans le mois qui précéda sa mort, son attitude en arrivant au laboratoire nous renseignait sur l'état de santé de Mme Berthelot ; pâle, défait, cadavérique dans les périodes critiques, il retrouvait son pas alerte et sa physionomie vivante pendant les périodes d'amélioration. Nous savions tous qu'il ne se faisait plus d'illusion et qu'il vivait sous l'impression d'un malheur inévitable, nous savions que chaque soir, rentré chez lui après le travail de la journée, il pleurait à chaudes larmes. Nous ne doutions pas que la mort de la femme entraînerait celle du mari dans un court délai.

Il n'a pu survivre à Mme Berthelot ; ce fut un sujet de douleur pour ses amis, pour ses élèves, mais ce ne fut pas pour son entourage un sujet d'étonnement. Mme Berthelot était si charmante, leurs deux existences se confondaient si étroitement, ils s'aimaient tous deux si profondément et depuis si longtemps que tous les ressorts de la vie se sont brisés en lui à la nouvelle de sa mort.

Cette profonde sensibilité que Berthelot tenait de sa mère, il la refoulait au plus profond de lui-même quand il s'agissait de science et d'occupation scientifique. Très exigeant pour lui-même, il l'était nécessairement pour ses collaborateurs ; il estimait ses élèves en raison de leur rendement, de leur initiative et de leur érudition. Avec ses élèves, cette sensibilité de Berthelot n'eût pas été de mise dans un laboratoire, mais qu'une épreuve atteignit l'un d'eux, qu'un événement important se produisit dans sa vie, Berthelot intervenait alors avec une délicatesse et une sensibilité dont l'effet était d'autant plus impressionnant que ces qualités intimes ne se laissaient pas deviner au premier abord. Comme une des consolations les plus grandes qui m'ait jamais été procuré, je garde le souvenir de l'accolade si paternelle qu'il me donna en rentrant au laboratoire après la cérémonie d'inhumation d'un petit garçon de quatre ans qui venait d'être emporté par la diphtérie, une année où cette maladie avait été particulièrement virulente et où le vaccin du Dr Roux s'était montré impuissant. Dans toutes les circonstances importantes de ma vie, Berthelot m'a toujours manifesté, de la façon la plus affectueuse et la plus touchante, la part qu'il prenait à mes joies ou mes soucis. De tels sentiments exprimés par ce savant que son œuvre et sa divination instinctive des phénomènes chimiques plaçaient très loin au-dessus des autres, m'ont procuré des émotions qui sont parmi les plus fortes qu'il m'ait été donné d'éprouver. En rendant publics ces souvenirs intimes, je veux rendre un pieux hommage à la sensibilité de ce Maître éminent entre tous.

Je désire insister, en terminant, sur deux caractéristiques de son œuvre qui n'ont jamais été dégagées jusqu'ici par ses historiens et ses commentateurs.

Dès ses premières recherches, le jeune chimiste se révèle comme un maître.

A l'âge de vingt-cinq ans, ses méthodes sont personnelles, ses idées directrices tout à fait nouvelles, il n'est l'élève de personne, ses travaux ne peuvent être rattachés à ceux de ses devanciers, en un mot il est lui-même son propre maître.

Guidé par sa seule passion pour la recherche de la vérité, il met en œuvre, pour cette recherche, sa vaste intelligence, un ardent désir de savoir, une sincérité et une conscience sans limite, une puissance de travail déconcertante. C'est de cet ensemble de merveilleuses qualités que découlent logiquement ses méthodes de recherches.

C'est ainsi que dès ses premières expériences, Berthelot a le souci de dégager le rôle de chacun des facteurs de la réaction : température; temps, rapport des quantités de matières réagissantes : il s'efforce également d'établir le bilan complet de ces opérations. Pour atteindre ces résultats, il multiplie les essais en les variant : il permute dans la réaction les principes de

même nature ; en un mot, il s'efforce de varier tous les facteurs physiques et chimiques de ses transformations en vue d'en pénétrer intimement le mécanisme, d'en déduire toutes les conséquences possibles, et par là de donner satisfaction à sa soif de connaître.

Berthelot apporte ainsi, dans la Chimie, des méthodes de travail entièrement nouvelles, à la fois par leur amplitude en surface et par leur amplitude en profondeur : elles sont la raison des révolutions accomplies par lui dans la science.

Fait surprenant, ses successeurs n'ont pas eu les mêmes soucis, ni les mêmes méthodes de travail ; ils se sont attachés à poursuivre la synthèse de tel ou tel corps sans se soucier jamais d'étudier tous les produits multiples de la réaction et les lois qui président à ces évolutions complexes d'un système chimique initial.

A la possession de ces méthodes qui conduisent à la connaissance totale de la réaction chimique, Berthelot superpose un esprit de généralisation qui s'affirme tout de suite dans son important travail sur les corps gras (il avait alors vingt-six ans) ; de cette synthèse il a dégagé hardiment toutes les conséquences et fait progresser du même coup de nombreux chapitres distincts de la Science.

En second lieu, Berthelot a effectué toutes ses recherches avec des appareils d'une extrême simplicité, c'est encore là un des vrais signes du génie. Un expérimentateur fait usage d'appareils d'autant plus compliqués qu'il est plus inexpérimenté ; l'appareil simple est généralement le terme ultime des perfectionnements d'un premier appareil complexe. Berthelot, du premier coup, a réalisé des dispositifs d'un maniement commode et rapide, à l'aide desquels il a résolu les problèmes les plus difficiles.

L'exposition rétrospective organisée à l'Ecole de Pharmacie pendant les fêtes du Centenaire, mettait bien en évidence cette précieuse qualité de toute la technique du savant.

Dans la mesure des quantités de chaleur, par exemple, Regnault, le premier, a obtenu une grande précision en compliquant les appareils, en superposant en quelque sorte à l'appareil fondamental des appareils accessoires chargés de limiter ou de mesurer les différentes causes d'erreurs. Berthelot, au contraire, arrive à la précision par la simplicité des moyens. La technique expérimentale qu'il constitue de toutes pièces pour la mesure des différents facteurs calorifiques aurait suffi à elle seule pour illustrer un physicien.

En 1890, le gouvernement russe, qui voulait établir pour sa marine une poudre moderne, chargea Mendeleieef, le grand chimiste russe, et le colonel Tschetzow, alors professeur à l'Ecole des torpilles de Cronstadt, de venir étudier en France les méthodes scientifiques applicables à l'étude des explosifs. Berthelot me chargea d'initier les deux savants à l'emploi de la bombe calorimétrique, qui avait joué un rôle important dans la découverte des nouvelles poudres, et je me souviens toujours de leur étonnement, quand, après une première expérience, ils se furent rendu compte de la précision et de la rapidité avec lesquelles cet élégant appareil permettait de fixer la puissance d'un explosif. Toute la technique expérimentale de Berthelot se caractérise par ces deux qualités : la simplicité et la précision.

Berthelot restera toujours dans tous les premiers rangs de ces grands esprits, de ces rares inventeurs géniaux qui ont imprimé à l'humanité ses directives dans la voie du progrès et si son œuvre immense appartient au patrimoine du monde entier, par contre nous devons nous glorifier qu'un tel savant soit une des plus belles manifestations du génie latin.

LA VOCATION MÉDICALE ET LE ROLE SOCIAL DU MÉDECIN

par le Dr Léon VANNIER

La médecine ne s'apprend pas, elle se donne à celui qui a la vocation. Entendez par là que l'Art de guérir nécessite, non pas une culture scientifique considérable ou un sens particulier de divination, mais bien une compréhension parfaite de la matière que l'artiste doit travailler : « *le malade* ». L'Etre humain ! Matière admirable qui, avec ses infinies variétés, s'offre au jeune étudiant dont l'esprit, tout pénétré de la fonction vers laquelle il se sent attiré, s'enthousiasme à la pensée d'en connaître l'intime fonctionnement et de pouvoir un jour combattre ses altérations, lutter contre l'inévitable morbidité.

Je plains l'étudiant des temps modernes qui, poussé par la vocation médicale, embellie par les idées humanitaires et sociales qui germent si facilement dans le cerveau des jeunes, se réjouit à la pensée de pouvoir un jour « guérir » ses semblables. J'imagine volontiers et je veux

bien croire que tout étudiant a cette ambition, qu'il ne faut pas qualifier de noble ou d'admirable, car elle est seulement juste et charitable, mais n'est-il pas découragé par tout ce qu'il voit, par tout ce qu'il entend, ou par tout ce qu'il lit ?

La négation de la thérapeutique est trop souvent la conclusion mentale de ses observations personnelles et le scepticisme élégant qu'affectent la plupart de ses maîtres n'est pas fait pour lui assurer des convictions personnelles et pour le retenir sur la pente fâcheuse des compromissions vers lesquelles il peut être entraîné. Pourquoi voulez-vous qu'il ait confiance s'il n'a foi en rien ? Pourquoi voulez-vous qu'il prenne son métier à cœur s'il n'a pas compris son rôle et si personne ne lui a donné les moyens de le remplir ?

L'orientation actuelle de la clinique médicale est telle qu'elle présente à l'étudiant une multiplicité considérable de maladies dont les caractères distinctifs, d'apparence bien étudiés, sont le résultat plutôt d'une artificielle création que d'une fidèle observation. Cette évolution du « sens clinique » est bien facile à comprendre. Ouvrez un traité de médecine publié il y a trente ans, vous y trouverez dans la description d'une maladie, soigneusement notés, tous les symptômes, tous les signes qui ont pu être remarqués ou collectionnés dans les observations ou travaux antérieurement publiés. Il en résultait une « maladie-type » que vous pouviez être assuré de ne jamais rencontrer dans la pratique. A côté de cette « maladie-monument », dont il fallait, hélas, apprendre tous les petits signes, on décrivait des formes suivant la virulence microbienne, suivant la localisation prédominante de l'atteinte organique, suivant l'âge, etc.

Aujourd'hui, par suite d'une sorte de réaction contre ce groupement par trop théorique, le « monument-maladie » est fragmenté en un nombre considérable de syndromes morbides qui constituent autant de formes nouvelles, dont la principale caractéristique est de porter le nom, ou plutôt les noms, car l'effort individuel est bien rare à notre époque, de ceux qui ont consacré leur temps à les décrire. La maladie devient un dogme que chacun peut interpréter à sa façon, et l'analyse outrancière de nos contemporains les pousse, autant par le souci réel d'une exactitude minutieuse que par le désir très humain d'une ambition satisfaite, à disperser en une multiplicité de schismes successifs ce que leurs devanciers avaient eu tant de peine à réunir.

Le médecin moderne est un « savant » dont nous devons admirer sans réserves les efforts admirables pour connaître la vérité. Avec une conscience minutieuse, une sincérité d'action scrupuleuse, il « analyse » son malade, aidé par les multiples réactions des laboratoires auxquels il confie trop rapidement ses doutes et ses incertitudes. Peu à peu le laboratoire remplace dans son jugement l'observation clinique ; l'intérêt de l'examen du malade disparaît devant l'analyse de ses humeurs (exsudats et secrétats) et la thérapeutique, résultat naturel de cette conception, thérapeutique « spécifique », prophylactique ou curative, employée *larga manu*, a par ses injections répétées de substances vaccinales chimiques ou radioactives, attentatoires à l'individu, ruiné pour de longues années la résistance organique de l'humanité. Jamais, à la vérité, il n'a été donné d'observer d'aussi nombreux et d'aussi variés malades que dans ces dernières années ; les « cas » se multiplient quand on ne sait plus « voir ».

La médecine actuelle tend vers une science avide de connaître, orgueilleuse de savoir, mais complètement déviée de son but primitif : « *guérir* ». Illusion du diagnostic qui s'établit sur des apparences ! Erreur de la thérapeutique dont les décevantes oscillations manifestent bien son instabilité ! Devant l'incapacité des savants éminents qui s'épuisent en « Kriegspiel » devant des ennemis problématiques et qui échouent dès qu'ils se manifestent, le mercantilisme pharmaceutique a beau jeu pour empoisonner le public en lui imposant par une onéreuse publicité des produits spécialisés. Des « guérisseurs » surgissent, aussitôt poursuivis et immédiatement acquittés, qui n'ont qu'un seul tort : faire le bien sans diplôme. La suggestion est à l'ordre du jour, et vous entendez trop souvent la formule habituelle qui traduit bien le scepticisme médical : « Toute thérapeutique opérante agit par suggestion ».

Orgueil scientifique, scepticisme thérapeutique : erreurs humaines qui doivent être corrigées si le médecin veut reprendre dans la société moderne la place qu'autrefois les anciens lui assignaient. Lui seul détenait alors les pouvoirs de guérir, lui seul les exerçait au profit de ses semblables qui l'entouraient de leur admirative reconnaissance et de leur profond respect. Confiant dans son Art, observateur fidèle, il ignorait sans doute ce que nous pensons être les causes des maladies (vérité aujourd'hui, erreur demain), mais il connaissait à fond la matière qu'il avait à traiter : « le malade », et tous ses efforts tendaient à la suprême connaissance : celle de l'Etre humain.

Le monde entier semble être jeté dans un formidable chaos, et les signes les plus apparents manifestent dans tous les domaines, la « révolution », le retournement qui s'opère : pourquoi ne pas devancer la loi prochaine plutôt que de la subir ; pourquoi ne pas modifier immédiatement notre orientation d'esprit et la direction de nos jugements. Le malade veut guérir, l'étudiant veut satisfaire sa vocation. Ne considérez

plus le premier comme un agrégat de cellules ou un milieu de culture, et respectons l'idéal du second en l'aidant de toutes nos forces à sa réalisation.

La médecine meurt parce qu'elle n'a pas de Doctrine, le médecin s'égare parce qu'il n'a pas de principe directeur. Etonné et ébloui devant les multiples acquisitions de la science moderne, noyé dans la minutie de ses investigations analytiques, à la fois orgueilleux et fier de son savoir et sceptique dans son application, il a perdu le sens de fonction : « guérir ».

Sa vocation n'est plus remplie. Il fait du métier ; il n'exerce plus un art, car il lui manque le feu intérieur qui exalte les forces de l'homme quand il sent, qu'il comprend ou qu'il crée : la Foi. A notre époque de bouleversement et de grande pitié, alors que l'argent règne en maître et que l'arrivisme devient une méthode d'action, il est beau de montrer la grandeur de l'idée et de la pensée humaines dominant tout le chaos actuel. L'Antiquité nous a figuré la statique humaine et fixé le mouvement. Le Moyen-Age a exprimé toutes les anxiétés de l'homme. Après une période d'orgueil formidable, l'être humain cherchant à tout définir, à tout expliquer, poursuit son analyse destructive jusqu'à s'anéantir lui-même, entraîné dans le tourbillon vibratoire des forces radiantes qu'il découvre tous les jours. Formidable cinématique, au milieu de laquelle la pensée doit subsister, force incomparable qui ne peut être détruite et qui doit surtendre toute son activité pour maintenir l'ordre naturel primitif, exécutant ainsi une nouvelle palingénésie.

« Guérir » doit être l'unique pensée du médecin. Devenir un « *guérisseur* », tel doit être son but, et pour l'acquérir le « savoir » n'est rien, la « connaissance » est tout. La nature est dans l'ordre, c'est cet « Ordre » qu'il nous faut connaître afin d'y pouvoir rentrer soi-même, et y faire rentrer ceux qui en sont sortis. Il faut donc étudier les lois de cet ordre et s'y conformer : ordre physique, ordre social, ordre moral. Tâche admirable dans laquelle le médecin sera soutenu par sa clairvoyance appuyée sur l'observation fidèle et confiante, sincère et respectueuse, des phénomènes naturels et morbides qui sont soumis à son entendement.

Le malade est un homme, et l'homme est un être pensant. Le malade a une personnalité que la médecine actuelle semble ignorer, persistant à méconnaître le « jeu » physique, biologique et psychique de « *chaque* » individu.

L'anatomie et l'histologie scrutent avec minutie les moindres parties du corps humain, la physiologie étudie de tous nos organes les fonctions et les réactions, et cependant, ni la biochimie cellulaire, ni les synchronismes polyglandulaires ou les manifestations sympathiques tour à tour invoqués ne peuvent nous éclaircir sur le véritable fonctionnement de l'être humain. Toujours la « silhouette » est prise pour la personne ; le « masque » pour la réalité.

L'homme est un être défini, déterminé dès sa naissance et qui présente un ensemble de « prédispositions », de « possibilités » bonnes ou mauvaises qui sont en lui-même exactement « signifiées » et dont la réalisation dépendra de la direction (ordre physique), de l'orientation (ordre social), de l'élévation (ordre moral) qui lui seront données et qu'il consentira à accepter.

Cette direction, cette tentation, le médecin doit pouvoir les donner au malade qui vient le consulter. Le médecin ne doit pas être seulement un savant spécialisé ou un distributeur d'ordonnances, il doit être vraiment « *celui qui guérit* », celui qui rétablit l'ordre normal. Son rôle n'est pas fini quand la maladie, qui n'est bien souvent qu'une élimination toxinique, est terminée ; il commence seulement et il doit à son Art de « diriger » le Physique du sujet en lui faisant connaître ses pré-dispositions et « d'orienter » sa Dynamique vers la pleine réalisation de ses possibilités en le rétablissant dans son plan. Quand l'Etre humain se réalise, il est bien portant : quand il dévie du plan originel qui lui a été donné, il tombe malade moralement et physiquement ; sa fonction remplie, il disparaît.

La connaissance de l'Etre humain est le fondement de la thérapeutique ; l'ignorance de cette vérité conduit au scepticisme et à l'erreur. Le malade est un semnothée, un porteur de signes, signes normaux et morbides qu'il faut savoir « voir » et « comprendre », afin de retrouver dans la Nature la ou les substances qui permettront, en agissant sur sa déviation morbide, de le redresser et de le guérir. Ces substances, de même que toutes morbidités, sont « signifiées », elles ont leurs caractéristiques et leurs modalités, et la tâche du médecin consiste essentiellement à établir les rapports naturels qui existent entre le malade et son remède, éléments opposés dont le synchronisme apparaît évident au médiateur autorisé. La thérapeutique est « une » et « invariable » quand elle suit exactement les lois naturelles, et si elle se définit d'après « *la nature de la morbidité* » (infectieuse ou psychique) elle se détermine surtout d'après la « *nature de l'individu* » dont nous devons connaître le jeu intime fonctionnel afin de préciser tout à la fois son Type et le remède qui lui convient.

La médecine apparaît alors comme un véritable art dans lequel la doctrine et la technique sont intimement liées : la loi d'Analogie domine la science, elle seule permet de concevoir

l'infini de son extension, car la considération des rapports n'est pas soumise comme la recherche de la cause à une limitation. Elle seule par la variété de ses constatations et ses recoupements successifs permet de donner au praticien la sécurité qui lui manque et d'apporter au malade le secours le plus efficace dans la géhenne de ses tourments : l'espérance d'une guérison.

Que les vocations médicales ne s'éteignent pas, les aspirations se réaliseront guidées par la réflexion intérieure et les méditations ; observez les malades, sachez les « *voir* », sachez les « *comprendre* » et vous guérirez. L'Art médical, comme tous les arts, procède d'un métier pour aboutir à une œuvre : œuvre magnifique qui exprime le soulagement d'autrui, la guérison d'un patient, ou mieux encore la « *mise en sécurité* » d'un être dont on a pu « régler » définitivement l'équilibre. Comprenez aussi que l'Art véritable est celui qui cherche non la « cause » de « *ce qui est* », mais « l'infini » du « *possible* », la Force qui permane par une Foi retrouvée.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (février 1928). — *Topologie.* S'appuyant sur des notions dues à Urysohn, M. *L. Tumarkin* établit le théorème suivant : Tout ensemble fermé et compact de dimension n se réduit par suppression éventuelle d'un sous-ensemble ouvert, de dimension $n-1$ au plus, à la fermeture d'un ensemble constitué entièrement de multiplicités maximales à n dimensions, celles-ci ne pouvant avoir deux à deux que des ensembles de dimension $n-2$ au plus de points communs (La fermeture d'un ensemble est la somme de cet ensemble et de son dérivé).

Théorie des fonctions. 1. Une transformation analytique $Z=f(z)$ peut faire correspondre à une courbe fermée (C) du plan Z une courbe fermée (c), du plan α, parcourue n fois de suite; la correspondance est dite alors multivalente. M. *Octav Onicescu* indique les propriétés de ces correspondances.

2. *M. Julius Wolff* démontre le théorème suivant : Si $\sum_1^\infty |A_k| < \infty$ et si $\sum_1^\infty \frac{A_k}{x-a_k} = 1$ sur une courbe rectifiable Γ, la série convergeant uniformément sur Γ, on a alors: $S > Cd$ C étant une constante absolue et d, le diamètre de Γ.

Analyse. 1. Les suites orthogonales de polynomes de Tchebycheff conduisent à une formule de quadratures mécaniques; M. *Jacques Chokhate* montre que la convergence de la formule est liée étroitement à la détermination d'un certain problème de moments.

2. Supprimant une restriction introduite par M. Montel, M. *Tibor Radò* montre que si $u(x, y)$ est continue et positive, pour que $\log u(x, y)$ soit subharmonique, il faut et il suffit que $e^{\alpha x+\beta y} u(x, y)$ soit subharmonique pour toutes les valeurs réelles de α et β.

3. M. *J. A. Lappo-Danilevski* exprime la matrice intégrale d'un système linéaire irrégulier comme produit de deux matrices, l'une formée pour un système régulier auxiliaire à l'aide de l'algorithme qu'il a indiqué précédemment, et l'autre, uniforme, étant fournie par une série à coefficients rationnels.

4. M. *Michel Plancherel* donne la démonstration rigoureuse d'une proposition énoncée par Bromwich et qui relie les solutions d'une équation linéaire du 2e ordre du type hyperbolique, à conditions initiales et conditions aux limites bien définies, aux solutions d'une équation différentielle. Cette relation s'opère par l'intermédiaire de la transformation de Laplace. La démonstration exige l'étude des propriétés asymptotiques de la fonction de Green du second problème.

5. M. *A. Kovanko* signale diverses généralisations de la notion de fonction presque périodique. Ces généralisations introduisent soit la mesure des ensembles où $\varphi(x) \equiv |f(x+\tau) - f(x)| < \varepsilon$ n'a pas lieu, soit des intégales définies portant sur $\varphi(x); \varphi^2(x)$.

6. M. *Nikola Obrechkoff* montre que la série $\sum_{n=0}^{\infty} \varphi(n) Z^n$ est uniformément sommable (C, δ) pour $|Z|=1$, $|Z-1| > \varepsilon > 0$, si $\int^\infty |\varphi^{(n)}(x)|\, dx$ est convergente et si $\varphi(x) = o(x^\delta)$ avec $\delta > 0$. L'auteur annonce en outre que les séries introduites par l'équation de Kepler et procédant suivant les puissances de l'excentricité sont sommables par la méthode de M. Borel que $e \leqslant 0,8o3$.

7. Précédemment, M. *S. A. Janczewski* a énuméré dix formes canoniques de réduction pour les systèmes homogènes du 4e ordre; quelques-uns de ces systèmes possèdent des théorèmes d'oscillation que l'Auteur établit à partir des théorèmes analogues pour les systèmes de Sturm, en procédant par continuité.

M. *J. Delsarte* annonce que le noyau H d'une transformation linéaire de Fredholm réelle peut se mettre sous l'une des formes $H = K\ S = \Sigma\ K$. K étant le noyau d'une rotation fonctionnelle réelle, et S ou Σ ceux de deux dilatations fonctionnelles réelles. Ce théorème permet, notamment de déterminer les rotations fonctionnelles non euclidiennes.

9. Envisageant un système différentiel

$$\frac{dx_i}{dt} = f_i\left(x_1, x_2, \frac{t}{\varepsilon}, \varepsilon\right) \qquad (i = 1, 2) \text{ où}$$

$f_i = A_{o.i} + \sum_1^\infty \left(A_{pi} \cos\frac{pt}{\varepsilon} + B_{pi} \sin\frac{pt}{\varepsilon}\right)$, les A et les B dépendant de x_1, x_2, ε et satisfaisant à certaines conditions de convergence, M. *P. Fatou* montre que des intégrales de ce système définies par des conditions initiales données tendent pour $\varepsilon = o$ vers des limites qui vérifient le système analogue où les f_i sont remplacées par $A_{io}(x_1, x_2, o)$. Le théorème comporte une application aux perturbations planétaires.

10. Comme le montre M. *Maurice Janet*, le système $\frac{A(v)}{A(u)} = \frac{B(v)}{B(u)} = \frac{C(v)}{C(u)}$ A.B.C désignent trois transformations

infinitésimales indépendantes, portant sur x_1, ..., x_n, admet une solution dépendant d'une seule fonction arbitraire de n-1 variables et d'arbitraires de genre inférieur.

11. M. *R. Gosse* montre que les résultats qu'il a obtenus antérieurement permettent de répondre à diverses questions étudiées ou posées récemment par M. Lainé.

12. Considérant les noyaux complexes N (x, y), à variables réelles x, y et tels que N soit égal au conjugué de N (y, x), *M. Th. Anghelutza* montre que ces noyaux jouissent de diverses propriétés généralisant celles des noyaux symétriques et symétriques gauches: ils permettent aussi de généraliser les propriétés des noyaux symétrisables.

13. S. *A. Buhl* indique comment la construction d'un groupe continu peut être rattachée à la considération d'opérateurs permutables.

Géométrie algébrique. M. *G. Nicoladzé* énonce, relativement au contact d'un système ∞^p de courbes planes une proposition qui interprétée dans l'espace de $p+2$ dimensions équivaut à un théorème sur le contact d'une hypersurface image du système avec une hypersurface cylindrique.

Géométrie. M. *J. Le Bel* rattache aux fonctions harmoniques certains systèmes cycliques remarquables dont il signale diverses propriétés générales, indépendantes du choix de la fonction analytique d'où l'on est parti.

Mécanique. La catastrophe de Perregaux a révélé de nouveau les dangers que présentent les barrages-poids. M. *E. Baticle* étudie l'existence de sous-pressions à l'intérieur d'un tel barrage et montre qu'elle doit conduire à augmenter l'épaisseur du barrage; il signale l'importance que présente, à ce point de vue, l'étanchéité du parement aval. M. *Mesnager* montre en outre qu'on doit prévoir les crues plus largement.

Mécanique céleste. 1. M. *Kiveliovitch* étudie le problème des trois corps dans l'hypothèse où l'un des corps choque successivement les deux autres. En vertu des conditions qui doivent être vérifiées pour qu'un choc ait lieu, le mouvement dépend de l'intégration d'un système du second ordre.

2. Après avoir rappelé les divers mouvements possibles d'une masse fluide en rotation permanente (mouvements d'ensemble classiques, mouvements avec $\rho = f(p)$ étudiés par l'Auteur et mouvements signalés par M. Dive), M. *R. Wavre* indique une propriété remarquable des mouvements de 2e espèce : une mesure de la courbure moyenne équivaut à une mesure de l'accroissement de la pesanteur suivant la verticale.

3. Précédemment, M. *P. Fatou* avait étudié le déplacement du nœud de l'orbite d'une planète soumise à l'attraction d'un anneau circulaire; l'Auteur se pose le même problème pour un anneau elliptique de Gauss. Dans certaines circonstances le moyen mouvement du nœud peut être nul, fait qui peut être utilisé dans l'étude de certains systèmes stellaires triples.

Elasticité. Comme le montre M. *Louis Roy* les méthodes de l'énergétique, combinées avec l'emploi du trièdre mobile, permettent d'établir aisément les équations du mouvement des surfaces élastiques. L'Auteur tient compte, en outre, des actions de viscosité et de la quantité de chaleur mise en jeu.

Physique mathématique. 1. M. *Julien Pacotte* généralise les équations de Kaluza : elles supposent que la cylindricité, qui permet la décomposition du tenseur de métricité en un tenseur et un vecteur ne réduit pas leur forme. Les équations nouvelles reposent sur l'introduction d'un vecteur à cinq composantes, le potentiel-vecteur électrique généralisé; elles se réduisent aux précédentes lorsque le champ est cylindrique.

2. Comme le montrent MM. *N. Bogoliouboff* et *N. Kryloff*, l'évaluation de l'erreur que l'on commet en intégrant par approximations successives les équations linéaires de la physique mathématique peut être limitée d'une manière simple et précise grâce à une application convenable de la théorie des différences.

3. M. *Winter* indique qu'on pourrait relier la théorie de la gravitation einsteinienne et la mécanique ondulatoire en admettant que les g_{ik} puissent être des fonctions sinusoïdales de t (dépendant en outre explicitement de x, y, z).

4. M. *Marcel Brillouin* montre comment on devra développer la théorie cinétique d'un gaz au voisinage d'une paroi; il analyse spécialement les conditions du choc des molécules contre la paroi, de leur absorption ou de leur réémission par la paroi.

Relativité. M. *Girault* étudie conformément au principe de relativité, le mouvement d'une particule dans un champ sphérique; et il examine quelle est la forme la plus vraisemblable que l'on doit donner à certains coefficients, fonctions de r, au voisinage de $r=0$.

Calcul des probabilités. M. *B. Hostinsky* apporte quelques précisions et quelques compléments à sa Note récente sur le battage des cartes.

RENÉ GARNIER.

Physique

Recherches sur la luminescence de la vapeur de mercure. — On sait qu'en envoyant dans la vapeur de mercure un faisceau d'électrons, de vitesse bien déterminée, on fait apparaître une radiation de longueur d'onde $\lambda = 2536$A, appelée radiation de résonance. Cette radiation qui se trouve dans la région ultra-violette du spectre, est, par conséquent, nettement séparée du rayonnement continu produit par le filament émetteur d'électrons. La monoatomicité de la vapeur élimine, d'autre part, les phénomènes complexes que produisent, dans d'autres gaz, la condensation des atomes en molécules. Enfin, la vapeur saturante de mercure possède, aux températures ordinaires, une tension appréciable, en sorte qu'on peut aisément modifier la densité atomique en agissant sur ce paramètre. Toute ces raisons font que la raie 2536 du mercure est relativement facile à étudier et M. Bricout a fait, dans un travail récent (*Thèse*, Paris 1927), sur cette raie, d'intéressantes recherches.

Les tables spectroscopiques groupent un nombre considérable de données sur les longueurs d'onde des radiations de chaque corps, mais l'intensité des raies n'est évaluée que d'une manière approximative et arbitraire. La détermination des fonctions d'excitation des raies permettra de recueillir des données précises sur le mécanisme de la résonance atomique et de jeter les bases d'une dynamique des spectres, qui pourra aider à résoudre par la suite le problème infiniment complexe de la structure interne de la matière.

L'auteur a mis au point une méthode permettant : 1° d'étudier en valeur relative la relation qui existe entre l'intensité de la raie 2536 A excitée par choc électronique et l'énergie des électrons excitateurs;

2° de déterminer la valeur absolue de l'énergie émise dans des conditions d'excitation bien déterminées.

L'intensité de la raie a été enregistrée sur la plaque photographique d'un spectrographe. En comparant les noircissements obtenus à ceux produits par une source ultraviolette d'intensité constante, l'auteur en a déduit l'intensité relative de la radiation de résonance. L'étude des clichés a été faite avec un microphotomètre visuel.

Un certain nombre de précautions ont été prises afin d'éliminer d'importantes causes d'erreur. L'effet perturbateur de la chute ohmique le long du filament a été supprimé par l'emploi d'un alternateur Villard à force électromotrice intermittente, conjugué avec un commutateur synchrone qui ne laissait passer le courant électronique que lorsque le courant de chauffage était nul. L'énergie propre des électrons du faisceau a été soigneusement déterminée. Il a été tenu compte également des corrections dues à l'existence de la charge spatiale, à la variation de transparence de la fenêtre de visée et aux variations de température de la vapeur pendant la durée de l'expérience.

Les mesures montrent que l'intensité de la raie $\lambda = 2536$ A, nulle au-dessous du potentiel de résonance (4,86 volts), croît rapidement avec le potentiel des électrons, passe par un maximum pour 6,5 volts et décroît ensuite jusqu'à 72 pour 100 de sa valeur maxima quand le potentiel électronique s'élève jusqu'à 10,4 (tension d'ionisation).

Une théorie basée sur quelques hypothèses simples relatives à la constitution de l'atome permet d'établir que l'énergie du rayonnement monochromatique excité par des électrons de potentiel U doit être de la forme :

$$f(U) = \frac{c}{U^2}\sqrt{\frac{U}{U_r} - 1}$$

U_r étant le potentiel de résonance. Cette formule représente, avec une bonne approximation, les résultats expérimentaux.

La détermination en valeur absolue de l'énergie rayonnée se fait en comparant, par la méthode photographique, l'éclat du gaz luminescent à celui d'un filament de tungstène porté à une température connue. Comme, d'autre part, la théorie permet d'évaluer le nombre de chocs entre électrons et atomes, on peut apprécier la probabilité d'émission d'un quantum de lumière lors d'un choc. Celle-ci est voisine de l'unité dans les conditions correspondant au maximum d'intensité du rayonnement.

A. Bc.

Dynamique

Compression du mélange gazeux dans les moteurs à explosion. — On sait que, dans un moteur à explosion, le mélange de vapeur combustible et d'air, pris initialement sous une pression voisine de la pression atmosphérique, est comprimé de manière que son volume soit réduit dans une certain rapport, appelé rapport de compression, après quoi se produit l'allumage. Cette compression du mélange gazeux accroît la puissance et le rendement du moteur. Il y aurait donc intérêt, semble-t-il, à lui donner une très grande valeur. Malheureusement, l'expérience montre qu'au fur et à mesure qu'on augmente le rapport de compression, la combustion a tendance à donner lieu au phénomène de détonation. A partir du moment où l'on dépasse un certain taux de compression ce phénomène se produit d'une façon continue et le fonctionnement du moteur devient impossible.

M. P. Dumanois a étudié (*Bulletin de la Société d'encouragement à l'industrie nationale*, janvier 1927) les conditions dans lesquelles prend naissance l'onde explosive et la façon dont les différentes variables, pression et température, qui interviennent dans le fonctionnement du moteur à explosion, agissent sur la production de la détonation.

Le phénomène de l'onde explosive, découvert par Berthelot et Vieille, correspond à un mode de combustion particulier. Alors que, dans la combustion normale, l'inflammation se propage par l'élévation de température résultant de la conductibilité et du rayonnement, dans la combustion explosive la propagation résulte de la coïncidence dans le temps et dans l'espace, sur le front de l'onde d'un phénomène physique, compression adiabatique brutale, et d'un phénomène chimique, la combustion qui en résulte.

M. Dumanois a étudié l'onde explosive en enregistrant photographiquement la combustion d'un mélange gazeux produit dans un tube de verre. Lorsque, par une étincelle, on a enflammé le mélange explosif, l'inflammation qui se produit se propage dans le tube et sépare, à chaque instant, celui-ci en deux parties : d'un côté les gaz brûlés lumineux, de l'autre, le mélange non encore brûlé et, par conséquent, obscur. Le point figuratif de la tranche où se trouve, à chaque instant, l'inflammation, donne, sur le film en mouvement, une courbe qui sépare l'image en deux parties, une partie noire correspondant aux gaz brûlés, une partie claire correspondant au mélange non encore enflammé. On peut donc suivre, sur l'enregirstement photographique, la vitesse de combustion.

On constate ainsi que la combustion se produit tout d'abord avec une vitesse sensiblement constante pendant un temps plus ou moins long. A un certain moment, elle subit une augmentation brusque; en même temps, on constate que le long de la ligne de séparation l'intensité lumineuse est beaucoup plus forte que celle qui correspond à la période antérieure de combustion et qu'au contraire, en arrière de cette zone lumineuse très foncée, se trouve une zone claire. Enfin, on remarque également qu'à partir du point de discontinuité, une zone lumineuse de combustion se produit dans les gaz brûlés. Ces constatations mettent nettement en évidence la formation de l'onde explosive à partir du moment où la vitesse a éprouvé sa brusque variation.

La vitesse de combustion par onde explosive est, en général, d'un ordre de grandeur décuple de la vitesse de la combustion régulière qui la précède.

La durée de combustion régulière est d'autant plus longue que le diamètre du tube est plus grand; la présence, sur les parois du tube, d'aspérités ou de discontinuités sans augmentation de section, diminue la longueur de combustion régulière et la durée de formation de l'onde explosive. Enfin, une augmentation brutale de section du tube détruit l'onde explosive et donne lieu à une nouvelle combustion régulière de durée plus longue.

Lorsqu'on fait varier la pression du mélange gazeux, on constate que la durée de la combustion régulière qui précède l'onde explosive varie en raison inverse de la pression.

Ces résultats sont entièrement d'accord avec les constatations expérimentales faites sur les moteurs à explosion. En effet, pour un moteur donné, fonctionnant normalement à une compression donnée, la distance entre le point où l'on met le feu et le point le plus éloigné de la chambre à combustion est insuffisante pour faire place au régime détonant; on constate, au contraire, qu'au fur et à mesure qu'on augmente la compression, il arrive un moment où, toutes choses égales d'ailleurs, cette distance devient trop faible pour une combustion régulière totale : la détonation apparaît, et elle apparaît d'autant plus vite qu'on augmente davantage la compression.

Si un moteur a une compression telle que la détonation

puisse apparaître seulement vers la fin de la combustion, même sans être assez forte pour se manifester par des chocs ou des troubles extérieurs, le phénomène se traduira par une augmentation de consommation.

On conçoit donc finalement que plus un combustible aura une limite de détonation écartée de la compression du moteur dans laquelle il est utilisé, plus sera favorable l'utilisation des calories.

Ceci explique pourquoi, en employant l'essence comme combustible et en augmentant la compression, on finit par avoir, même avant d'atteindre le moment où le fonctionnement est impossible, par suite du phénomène continu de détonation, une augmentation progressive de consommation, contrairement à ce que laisserait supposer l'étude du rendement théorique.

On conçoit ainsi pourquoi l'addition d'une quantité très faible de corps dits anti-détonants ,tels que le plomb-tétraéthyle, la toluidine, le sulfure d'éthyle, qui retardent le moment où se produit la combustion explosive, permettent d'utiliser des rapports de compression plus élevés et, par suite, permettent d'augmenter la puissance et le rendement du moteur. A. Bc.

Electricité

La détermination de l'unité de charge électrique. — Pour fixer l'origine de la conception granulaire de l'électricité, il faut remonter jusqu'en 1833, aux travaux de Faraday sur l'électrolyse. D'après la loi électrolytique fondamentale énoncée par l'illustre physicien angais, l'unité de courant dépose, de chaque élément, un équivalent exprimé par le quotient du poids atomique par la valence, dans un système d'unités convenablement choisi. Et ces circonstances entraînent, pour l'électricité, la nécessité d'être véhiculée par des « ions » ou porteurs, en multiples d'une charge unité, la charge de l'atome d'hydrogène.

Cependant, l'intérêt de l'interprétation devait échapper à Faraday lui-même, attentif surtout aux relations de l'électricité et du milieu ambiant, selon les idées alors en cours. En 1874 seulement, Johnstone Stoney s'attacha à préciser la notion d'équivalent électrochimique, en n'estimant toutefois cette grandeur qu'au sixième de sa valeur véritable. En 1881, Helmholtz à son tour entrevit l'importance de la loi de Faraday. Mais, longtemps encore, le caractère atomique de l'électricité se dissimula sous la complexité des phénomènes d'électrolyse, jusqu'à ce qu'il ressortît nettement, à la fin de XIXe siècle, des découvertes sur l'ionisation des gaz.

Vers cette époque, Townsend, étudiant les ions produits par les rayons X, démontrait que leur charge n'est autre que celle de l'ion hydrogène dans l'électrolyse de l'eau, identité que devaient confirmer les travaux de Sir J.-J. Thomson et ceux de C. T. R. Wilson.

Puis, Millikan déterminait directement la charge électrique minima, susceptible d'être mise en évidence. Par un dispositif très ingénieux, il soumettait à l'attraction d'un champ électrique, opposé à la pesanteur, une fine goutte d'huile chargée, observable au microscope.

Tant que la force résultante qui la sollicite demeure constante, la goutte tombe à travers l'air conformément à la loi de Stokes. On dispose de sa vitesse de chute par le réglage du champ. Lorsque la goutte capte, par collision, des ions produits dans l'air par un agent ionisant par exemple les rayons X, elle change d'allure, et on remarque que, dans ces conditions, les différences entre les vitesses qu'elle prend, sont toujours multiples d'un même nombre. La méthode a ainsi conduit à admettre l'existence de l'électron, atome d'électricité négative, dont la charge équivaut à $4{,}774.\ 10^{-10}$ u.e.s.

La connaissance de la charge de l'électron a immédiatement conduit à celle d'autres grandeurs atomiques, telles que la masse $1{,}662.\ 10^{-24}$ gramme de l'atome d'hydrogène, et la valeur $6{,}062.\ 10^{28}$ de la constante d'Avogadro, nombre de molécules contenues dans une molécule-gramme.

L'électron représente-t-il réellement l'unité ultime d'électricité ? Ehrenhard a suggéré la possibilité de charges inférieures encore. Mais, avec des gouttes aussi ténues que celles avec lesquelles il a opéré, la mesure du diamètre des particules est entravée par la rapidité des mouvements browniens, et l'application de la loi de chute de Stokes devient incertaine.

Dans les gaz, on a calculé la charge e de l'électron, principalement à partir des déviations que font subir, à un pinceau électronique, un champ magnétique et un champ électrostatique. En appelant m et u les masse et vitesse de l'électron, ces déviations sont respectivement proportionnelles à $\frac{mu}{e}$ et à $\frac{mu^2}{e}$, l'une dépendant de la quantité de mouvement et l'autre de l'énergie cinétique. La combinaison des deux séries d'observations donne e et $\frac{e}{m}$ pour les vitesses électroniques suffisamment basses pour être négligeables devant la vitesse de la lumière, le rapport de la charge à la masse est $1{,}77.10^7$ u.e.m., alors que, dans l'électrolyse, il est 9650 pour l'atome d'hydrogène. Les charges étant égales, il s'ensuit que la masse de l'électron n'est que le 1|1840e de la masse de l'atome d'hydrogène. Ce résultat fait de l'électron le corps le plus léger qui soit connu.

Rutherford et Robinson ont appliqué une méthode similaire aux particules alpha, atomes d'hélium chargés émis spontanément par les substances radioactives. Pour le rapport de la charge à la masse, ils ont obtenu un chiffre double de celui qu'on trouverait si la particule alpha ne portait que la charge électronique, étant donné que l'hélium a la densité 4. Il en résulte que la particule alpha porte charge double : c'est un atome d'hélium dépouillé de ses deux électrons périphériques, ou, en d'autres termes, réduit à son noyau.

Ajoutons que Geiger a imaginé un appareil destiné à compter les particules alpha émises en un temps donné par une substance radioactive, appareil grâce auquel on a pu vérifier à nouveau la valeur de la charge élémentaire, et, d'une façon générale, recueillir des données atomiques précieuses. Le numérateur de Geiger se compose essentiellement d'une chambre d'ionisation, dont l'une des électrodes est effilée en forme d'aiguille. Les particules alpha, pénétrant dans le récipient, y ionisent le gaz. Dans le champ électrique, elles acquièrent une vitesse si élevée que des actions cumulatives prennent naissance, les ions engendrées par collision devenant ionisateurs à leur tour. Au moyen de ce dispositif particulier, les effets sont accrus dans la proportion de 1 à 1000 ou même 10.000. En amplifiant en outre par l'adjonction d'une valve, on parvient à saisir, par signal acoustique ou optique, l'arrivée individuelle de chaque particule alpha dans la chambre d'ionisation.

La méthode de numération a permis d'établir qu'un gramme de radium en équilibre libère $1{,}36.10^{11}$ particules alpha par seconde, et qu'un gramme d'hélium renferme $2.70.10^{19}$ atomes. S. V.

Paléontologie

Reliques des milieux biologiques miocènes dans l'Afrique du Nord. — L'Extrême-Sud-Ouest marocain est occupé par une savane à Arganiers. L'arbre caractéris-

tique de ce milieu biologique occupe une aire continue dans la région de Mogador (Chiadma-Haha) et dans le Sous jusqu'au Tazeroualt. Proche parent d'une espèce propre à l'île Madère, il se retrouve en ilôts dispersés plus à l'Est de la Doukkala à l'Anti-Atlas, vers Mazagan, Mechra ech Chair, Chicaoua, Tizert, puis en pays Zaian, à l'oued Guigou (Emberger), et enfin chez les Beni Snassen (R. Maire).

L'hôte le plus remarquable de la forêt d'Argan est un Ecureuil africain *Xerus*. A la différence des Sciuridés arboricoles de nos pays, les représentants de cette famille cantonnés au Sud du Sahara, sont des animaux fouisseurs qui se creusent des refuges au milieu des racines ou entre les blocs de rochers.

L'Ecureuil barbaresque constitue, dans ce groupement, une section spéciale, *Atlantoxerus:* Intermédiaires par son éthologie entre les formes européennes et éthiopiennes de ces types de Mammifères, il construit généralement son nid dans le creux des arbres et se nourrit de l'amande des noyaux du fruit de l'Arganier, dont les coques, vidées par ce Rongeur, jonchent le sol des arganaies (F. Guillemet). Telles sont du moins ses mœurs dans le Sous, en forêt d'Argan. Mais il se comporte tout autrement plus à l'Est : au lieu de grimper aux arbres, comme dans la région de Mogador (Doutté), il vit au milieu des rochers en pays Glaoua (Dodson *in* de Winton). Dans les montagnes du Maroc sud-oriental désertique (djebels Akhal et Mechmech, au Nord de Bou Anane et de Bou Denib), il habite, par nombreuses petites troupes, les anfractuosités des escarpements calcaires méridionaux, ensoleillés, vers 1.000-1.200 m., autour du poste de Tazzouggueri (H. Humbert). Son aire de dispersion s'étend de là en Algérie, aux environs d'Ain Sefra, vers Ferthassa gharbia et Moghar fouqani (H. Foley). Partout ici, il semble marquer l'ancienne extension de la forêt d'Argan. Celle-ci disparue, l'Ecureuil de Gétulie s'est, sur place, adapté au milieu désertique par acquisition d'une vie terricole hypogée.

Il en est de même d'ailleurs plus au Nord, où *Atlantoxerus* est signalé dans le Moyen Atlas, au Sud de Sefrou, vers El Mers, sur les pentes, bien exposées ou soleil, du vallon du Joua (P. Fallary), Cette localité jalonne un raccord de l'aire sud-est d'habitat de l'Ecureuil, au peuplement de boquetaux isolés d'Arganiers des Beni Snassen. Ainsi la dispersion de cet arbre de la famille des Bois de fer s'est étendue jadis à tout le Maroc.

L'Ecureuil est appelé *abegour* par les berbérophones du Sous, *rhalia* et *sebseb* par les arabophones de Bou Denib et d'Ain Sefra. Cette dernière dénomination éveille le concept d'une onomatopée d'animal courant sur un sol dur, par petits bonds successifs; le même terme est employé aussi pour désigner la Mangouste ou Ichneumon.

Deux plantes à affinités tropicales rappellent par leur distribution géographique la zone d'expansion méridionale de l'Ecureuil de Gétulie : *Wariania Soharæ* Coss. et *Trichodesma calcaratum* Coss.

L. JOLEAUD.

Physiologie

Les diastases de la peau. — Il n'y a pas bien longtemps que l'on a découvert la présence de ferments dans la peau. La diastase qui a été recherchée et étudiée le plus activement est sans contredit celle qui détermine la formation des mélanines dans le revêtement cutané. C'est une diastase oxydante identique ou analogue à la tyrosinase; son action et son rôle dans la mélanogénèse ont été fort bien exposés par M. Dejust qui a passé également en revue, dans son intéressante conférence, tous les ferments actuellement reconnus dans la peau humaine. (*Bull. de la Soc. de Chimie biologique*, décembre 1927).

En outre du ferment oxydant on a trouvé dans notre revêtement cutané une catalase, une amylase, un ferment glycolytique, une lipase, des protéases et une nucléase. Comme le fait très justement observer M. Dejust l'importance physiologique de ces ferments ne pourra être déterminée que lorsqu'on saura s'ils accomplissent une fonction quelconque. Quoi qu'il en soit, si l'on considère la peau comme une glande capable de secréter des diastases il est bon de remarquer que par son poids — à peu près 4 kilogrammes — elle constitue le plus grosse glande de notre organisme; par son bon ou son mauvais fonctionnement elle pourrait donc exercer une grande influence sur l'état général.

M. Dejust attire également l'attention sur l'importance que ces ferments peuvent avoir en Pathologie cutanée. Il est possible que certaines dermatoses soient dues à une hyper ou une hyposécrétion des ferments cutanés normaux. Actuellement, les méthodes que nous possédons pour extraire, titrer et étudier ces diverses diastases sont très imprécises; or, les quantités de ferments qui existent dans une région cutanée doivent vraisemblablement varier sous de nombreuses influences physiologiques, pathologiques ou physiques. C'est seulement quand des techniques rigoureuses nous auront permis d'établir la nature et l'intensité de ces variations que nous pourrons nous rendre compte du rôle biologique des ferments de la peau. L'étude de ceux-ci sera d'ailleurs facilitée par l'analyse biochimique du revêtement cutané des animaux qui est, en général, beaucoup plus riche en diastases que la peau humaine.

A. B.

Statistique

Une tentative de coopération intellectuelle. — Presque dès le début de son existence, la Société des Nations, à côté de son activité politique, s'est occupée de l'organisation internationale de la vie intellectuelle. Ce travail a été placé sous le contrôle d'une Commission de coopération intellectuelle composée actuellement d'une quinzaine de personnalités bien connues dans les mondes scientifique, artistique et littéraire et qui était présidée par M. Lorentz, le physicien hollandais mort récemment.

Cette Commission, créée en 1922, a vu croître ses moyens d'action, d'abord très limités, par la création de l'Institut international de Coopération intellectuelle à Paris, institut qui fut mis à sa disposition pour la préparation de son travail et l'exécution de ses décisions. Cet Institut fonctionne depuis le début de 1926 et dispose d'un personnel recruté dans le monde même des savants et des hommes de lettres qui se sont spécialisés dans les problèmes de la coopération intellectuelle.

Une des premières questions ayant attiré l'attention de la Commission et continuant à occuper une grande place dans l'activité de la section des relations scientifiques de l'Institut, est le problème de la bibliographie scientifique.

L'examen a porté d'abord sur la bibliographie analytique de la littérature courante pour les différentes sciences séparément, en vue d'aboutir à un meilleur rendement du travail bibliographique, lequel s'opérait jusqu'à présent, dans les différents pays, d'une façon dispersée et chaotique.

Après avoir abordé les sciences physiques et les sciences économiques, le tour est venu de la bibliographie des sciences biologiques.

Bien qu'il s'agisse de sciences différentes, les difficultés techniques sont presque identiques et l'on s'est

inspiré des mêmes procédés que ceux adoptés pour le travail entrepris antérieurement pour les sciences mentionnées ci-dessus.

Une première étape fut la convocation d'un Comité d'experts composé de directeurs de revues s'intéressant spécialement à la bibliographie des sciences biologiques. Cette conférence a eu lieu à l'Institut de coopération intellectuelle, les 7-8 avril 1927.

Elle a examiné le problème sous tous ses aspects et a adopté les résolutions que voici résumées :

Remise, par les éditeurs de périodiques aux directeurs de publications d'analyse, de tirages à part de chaque mémoire paru. Ces tirages à part seraient rassemblés par une organisation internationale qui les répartiraient entre les organes bibliographiques.

Addition à chaque mémoire par son auteur d'une analyse dont la longueur moyenne serait 3 à 5 % de celle du mémoire.

Groupement des périodiques de documentation en vue de coopération et d'entre aide. Les groupes envisagés sont les suivants :

Biologie générale.
Zoologie.
Botanique.
Zoologie systématique.
Génétique.
Physiologie.
Anatomie et embriologie.
Microbiologie et parasitologie.
Botanique systématique.

Pour chacun de ces groupes les moyens suivants de coopération pourraient être envisagés :

Echange des bonnes feuilles ou des publications elles-mêmes avec droit de reproduction et de traduction éventuelle ;

Mise en vente séparée de la partie bibliographique des périodiques contenant aussi des mémoires originaux.

Le Comité d'experts considère qu'un système d'abréviations des titres des périodiques, adopté universellement, aurait des avantages qui compenseraient l'inconvénient temporaire du changement de la plupart des systèmes existants.

Ces résolutions ont été approuvées, l'été dernier, par la Commission internationale de Coopération intellectuelle et par l'Assemblée plénière de la Société des Nations, en septembre. L'Institut de coopération intellectuelle a été chargé d'en assurer l'exécution.

Il s'agit à présent de savoir si les biologues en général et spécialement les directeurs de revues, s'intéressent suffisamment à une pareille entreprise de coopération pour en assurer la réussite.

Ainsi qu'on a pu le voir dans le texte des résolutions, les experts ont été d'avis que la question devrait être résolue séparément pour les différentes sous-divisions de la biologie. Il s'agit d'examiner laquelle de ces sous-divisions offrira le plus de chances d'aboutir à un accord commun, afin de porter sur celle-là tous les efforts en premier lieu.

Un autre côté du problème qui ne pouvait être résolu par les experts, à ce moment-là, étaient les changements qui pourraient survenir à la suite de la parution des « Biological Abstracts » aux Etats-Unis. Au moment de la réunion du Comité, un seul fascicule venait de paraître, ce qui ne permettait pas de se prononcer sur l'importance de cette publication.

L'Institut de Coopération intellectuelle serait heureux de recevoir les suggestions des directeurs de revues biologiques concernant le problème développé dans les résolutions des experts. Il serait reconnaissant d'être guidé par les opinions de ceux qui seraient appelés à y collaborer et à en profiter.

S. R.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séonce du 19 mars 1928

THÉORIE DES FONCTIONS. — *A. Froda* (transm. par M. E. Borel). — **Sur l'ensemble des discontinuités de première espèce.**

— *A. Kovanko* (transm. par M. E. Borel). — **Sur quelques généralisations des fonctions presque périodiques.**

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *G. Vranceanu* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les solutions périodiques très longues.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *R. Wavre* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les figures d'équilibre d'une masse fluide hétérogène.**

ASTRONOMIE. — *V.-G. Siadbey* (prés. par M. H. Andoyer). — **Orbite de la comète 1924 II (Finsler).**

ÉLASTICITÉ. — *Belzecki* (prés. par M. Mesnager). — **Cas d'équilibre d'élasticité d'un cylindre creux.**

CAPILLARITÉ. — *Nageotte* (prés. par M. Brillouin). — **Sur les ondulations browniennes de lames minces et de filaments dans les formations myéliniques.**

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *Al. Proca* (prés. par M. J. Perrin). — **Quelques réflexions sur les fondements de la dynamique. La cinquième dimension.**

OSCILLATIONS ÉLECTTIQUES. — *M. Chenot* (prés. par M. A. Cotton). **Sur les oscillations d'ordre supérieur d'un circuit oscillant.**

L'auteur a cherché à vérifier les conclusions émises par Lord Rayleigh relatives aux longueurs d'onde λ des diverses oscillations. Cette vérification est possible sur un cas d'oscillations électriques, celui d'une ligne dont les deux fils parallèles sont reliés à l'une de leurs extrémités par un pont et à l'autre aux armatures d'un condensateur. On constitue ainsi un circuit oscillant qui ne satisfait pas à la formule de Lord Kelvin et peut avoir des oscillations d'ordre supérieur.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *L. Eblé* et *J. Itié* (prés. par M. G. Ferrié). — **Valeurs des éléments magnétiques à la station du Val-Joyeux (Seine-et-Oise) au 1er janvier 1928.**

Les valeurs sont indiquées dans un tableau. La variation séculaire de la déclinaison est un peu moins rapide que les années précédentes. Celle des éléments qui ne dépendent pas de la déclinaison est encore très faible.

MINÉRALOGIE. — *J. Orcel* et *Gil Rivera Plaza.* — **Etude microscopique de quelques minerais métalliques du Pérou.**

Cette note indique les résultats obtenus par l'examen des sections polies d'un certain nombre de minerais, examen fait au microscope métallographique, en lumière polarisée.

RADIOACTIVITÉ. — *St. Maracineanu* (prés. par M. H. Deslandres). — **Sur les phénomènes semblables à ceux des corps radioactifs présentés par les métaux.**

L'auteur a poursuivi ses recherches sur la radioactivité de certaines toitures métalliques de l'Observatoire de Paris. Les résultats indiquent que la radioactivité constatée l'été dernier n'est pas éphémère : elle per-

siste longtemps après, sans aucune chute très rapide, et l'on peut constater une décroissance exponentielle de longue période, d'un ordre de grandeur qui fait qu'on ne peut la comparer qu'à celle du polonium.

RADIOCHIMIE. — *P. Auger* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur les directions d'émission des photos-élections.**

Des graphiques montrent qu'au point de vue de la forme de la répartition, il y a de notables différences entre la théorie et l'expérience; la répartition n'est pas symétrique; l'émission présente un maximum principal pour 80°, un maximum secondaire, ou au moins un accroissement notable pour 60°, et enfin une petite augmentation aux environs de 120°.

CHIMIE PHYSIQUE. — *A.-P. Rollet* (prés. par M. H. Le Chatellier). — **Sur l'existence de l'oxyde d'argent Ag^4O^3.**

La formation du sesquioxyde d'argent Ag^4O^3 a été admise par Berthelot, dans l'action de l'eau oxygénée sur Ag^2O, puis contestée par plusieurs chimistes allemands et admise également par Watson, dans l'action de l'ammoniaque sur le dioxyde d'argent.

M. Rollet a pu mettre en évidence sa formation réelle, par l'étude d'une cellule électrolytique ainsi constituée :

Mercure — solution de potasse — argent.

Si le mercure, quand on électrolyse un tel dispositif, fonctionne comme cathode, il se charge en potassium et peut constituer l'électrode négative d'une pile réversible ayant une anode d'argent qui s'est recouverte d'oxyde. L'auteur croit pouvoir affirmer que l'oxydation anodique de l'argent dans une électrolyte alcalin de concentration supérieure à la normale donne un peroxyde de formule Ag^4O^3, qui est très stable en liqueur alcaline.

— *P. Mondain-Monval* et *P. Schneider* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur la température de transformation du soufre liquide en soufre visqueux.**

Le soufre pur subit une transformation à 160°. En dissolvant dans le soufre des quantités croissantes d'une substance étrangère, la transformation s'effectue à des températures de plus en plus élevées, jusqu'à une limite correspondant à l'apparition d'une nouvelle phase.

— *M^lle S. Veil* (prés. par M. Urbain). — **Sur l'hydroxyde ferrique jaune, résultat de l'oxydation ménagée du sulfure ferreux en suspension.**

Si on compare les résultats obtenus en partant de l'hydroxyde ferrique jaune à ceux donnés par l'hydroxyde ferrique brun, on constate que les effets sont différents et beaucoup moins accentués. L'auteur peut conclure, en outre, que l'oxydation ménagée du sulfure ferreux en suspension n'aboutit pas à l'hydroxyde précipité des sels ferriques par les alcalis. La discrimination, sans ambiguité aucune, pourrait avoir son utilité en géologie, afin de recueillir des données sur la genèse des gîtes ferrugineux.

— *P. Vaillant* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur la composition des déplacements de Kundt dans un spectre d'absorption à plusieurs maxima.**

La bande d'absorption de l'érythrosine est double et formée de deux bandes chevauchantes d'intensité inégale. Par changement de solvant l'ensemble des deux bandes se déplace sans déformation, en entraînant un glissement général du spectre d'absorption. Vers 6400 A, le glissement dépasse encore le quart de ce qu'il est au sommet de la bande.

Le vert malachite a deux maximum d'absorption, l'un en deça de la région étudiée vers l'extrême violet, l'autre vers 6300 A dans l'orange. Les deux bandes se déplacent simultanément, mais de façon indépendante, en réagissant sur l'ensemble du spectre.

CHIMIE MINÉRALE. — *M. Billy* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur la composition du peroxyde de titane.**

Le sulfate double de titane et de potassium contient toujours une proportion d'oxygène voisine du rapport $\frac{Ti}{O^3}$. Qu'il soit préparé à 0° ou à 15°, la température ne semble pas modifier sa composition entre ces limites. Maintenu dans le vide le sel perd de l'oxygène actif, ce que l'analyse met en évidence. L'hydrolyse du sel faite de 10° à 20° provoque la formation d'un hydrate dans lequel le rapport entre l'oxygène et le titane est voisin de $\frac{Ti^2}{O^5}$; mais lorsque l'hydrolyse se passe à 0°, ce rapport est représenté par $\frac{Ti^2}{O5,27}$ environ, très éloigné de $\frac{Ti}{O^2}$.

— *A. Dubois* (prés. par M. Matignon). — **Introduction du brome et de l'iode dans les silicates.**

On traite le fluorhydrate de fluorure de potassium par de l'oxyde de cobalt; le produit de la réaction est ajouté à du fluorure de potassium fondu, on projette de la silice dans la masse, et après quelques heures, on laisse refroidir et on ajoute un excès de bromure ou d'iodure de potassium, puis on chauffe sur un bec Méker pendant deux ou trois jours. Une partie du produit principal fond, mais en opérant avec des précautions suffisantes, on isole, après refroidissement lent et reprise par l'eau, un produit accompagné de silicate double de potasse et de cobalt que l'on sépare par la liqueur dense de Rohrbach.

Le produit obtenu en présence du bromure de potassium a pour densité à 0°, 2,80, et pour formule

$$KBr, K^2O, CoO, 4\ SiO^2.$$

Celui obtenu en présence de l'iodure de potassium a pour densité 2,95 et pour formule

$$KI, K^2O, CoO. 4\ SiO^2$$

Tous les deux sont facilement attaqués par HCl.

CHIMIE ORGANIQUE. — *A. Pictet* et *H. Vogel*. — **Synthèse du saccharose.**

La synthèse du saccharose exige l'obtention préalable d'un dérivé γ-fructose ne contenant que des substituants d'une séparation relativement facile. Les auteurs ont préparé un corps remplissant ces conditions, en traitant le fructose à basse température, par l'anhydride acétique et le chlorure de zinc : en faisant cristalliser dans l'alcool, il se forme une second composé qui reste dans les eaux-mères. Celles-ci, évaporées dans le vide, laissent un sirop épais qui, au contact de l'eau froide, se convertit lentement en une masse solide et vitreuse, incristallisable jusqu'ici, mais constituant un tétracétate de fructose appartenant à la série γ, à l'aide duquel les expérimentateurs ont réalisé la saccharose synthétique cherchée.

— *R. Quelet* (transm. par M. Ch. Moureu). — **Action du magnésium sur quelques dérivés éthyléniques para-bromés du benzène.**

Sauf le para-bromostyrolène, les carbures éthylémiques para-bromés étudiés par l'auteur réagissent sur le magnésium en donnant comme produits principaux des dérivés organomagnésiens normaux. En même temps et en plus de la réaction secondaire habituelle, il se produit vraisemblablement un phénomène d'addition qui engendre un complexe doué d'une très grande inertie. Néanmoins, malgré cette complication qui diminue notablement les rendements, les combinaisons organomagnésiennes des homologues du parabromostyrolène permettront d'effectuer la synthèse d'un certain nombre de dérivés ethyléniques para-substitués du benzène.

— *M. Godchot* et *G. Cauquil* (transm. par M. Ch. Moureu). — **Sur la déshydratation de la pinacone de la cycloheptanone.**

Les auteurs ont été conduits à l'obtention d'une cétone hydrocyclique en C^8 en partant d'un corps possédant deux cycles en C^7. Meiser avait déjà isolé une cétone hydrocyclique en C^6 en partant d'un corps possédant deux cycles en C^5. D'autre part, M. Tarbouriech a obtenu la 2.2—diméthylcycloheptanone en déshydratant l'isopropyl-cyclohexylpinacone, passant ainsi d'un cycle en C^6 à un cycle en C^7. Tous ces faits présentent donc un certain caractère de généralité.

HYDROLOGIE. — *J. Aloy* et *J. Aversenq* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur la radioactivité de quelques sources de la région pyrénéenne.**

La radioactivité des eaux d'Ax, faible en valeur absolue, est importante pour quelques-unes d'entre elles si l'on considère l'hororadioactivité, en particulier pour les sources Viguerie, Puits-d'Orlu, Rossignol-Supérieur et Grande-Sulfureuse. L'hororadioactivité des eaux du Grand-Etablissement à Ussat est également considérable, en raison de leur énorme débit. Les eaux d'Ax et de Mérous, analogues au point de vue de la composition le sont également au point de vue de la radioactivité. La radioactivité beaucoup plus élevée de la source de Salleus, qui se classa parmi les plus radioactives de France, est en accord avec les faits observés par M. Lepape à Bagnères-de-Luchon où les sources tièdes et froides sont beaucoup plus radioactives que les sources chaudes.

AGRONOMIE. — *Cl. Fromageot* (prés. par M. Molliard). — **Sur les écarts que peut présenter en ions H du sol en des points très voisins.**

Les résultats, résumés en tableaux, sont intéressants en ce qui concerne l'activité et la répartition des microorganismes du sol, dont certains, comme ceux qui participent au métabolisme de l'azote, sont étroitement influencés par la réaction du milieu. L'acidité mesurée sur de gros échantillons, ne représentant qu'un chiffre moyen, ce qui explique le fait que certains terrains, à acidité moyenne très nette, puissent présenter des phénomènes de nitrification encore sensibles, alors que les bacilles nitreux et nitriques ne semblent pas pouvoir fonctionner au-dessous d'une légère acidité.

ÉCONOMIE POLITIQUE. — *Ch. Lallemand.* — **Contre la création légale d'un nouveau franc-or de valeur réduite.**

La prétendue stabilisation, au moyen d'un nouveau franc-or, ne se justifierait en rien, car moyennant quelques mesures de simple équité, les charges de la Dette, peuvent être sinon allégées, du moins rendues supportables, par la méthode indiquée par l'auteur. D'autre part, la monnaie stable pourrait être obtenue sans modifier en rien ni les salaires, ni les traitements, impôts, prix des choses et coût de la vie. Il suffirait de faire échanger, par la Banque de France, le franc-papier contre les 20 centimes-or que représente son cours actuel — opération facile et sans danger puisque, à ce taux, les 60 milliards de francs-papier des billets en circulation seraient couverts et garantis en totalité par les 12 milliards de francs-or de l'Encaisse, du Portefeuille et des Devises achetées à ce jour.

L. Franchet.

BOTANIQUE. — *J. Costantin.* — **Contribution à l'étude biologique de l'Epicea (*Picea excelsa*).**

Partout dans les forêts uniquement formées de Mélèzes, avec une régularité saisissante, l'auteur à constaté qu'il n'y avait au pied de ces arbres que le *Boletus flavus* et, de plus, partout des étoiles de sorcières apparaissent dessinées sur le sol par cette espèce.

Au pied de certains Epicéas, M. Costantin a observé un développement véritablement extraordinaire du *Polyporus ovinus*, et des étoiles de sorcières constituées par le *Pholiota caperata*. Il y a donc lieu de penser que ces deux espèces fongiques peuvent vivre en association avec les racines de l'Epicéa. Comme elles n'ont pas été mentionnées jusqu'ici parmi les espèces susceptibles de faire des mycorhizes, elles méritent d'être signalées en vue d'expériences à entreprendre avec elles pour vérifier si le mycélium de chacune d'elles a une influence sur le développement des arbres.

— *A. Eichhorn* (prés. par M. M. Molliard). — **Sur divers stades de la mitose de l'*Hyacinthus orientalis* et, comparativement, de l'*Allium Cepa*.**

Au repos, les noyaux, dans l'une et l'autre plante, présentent un fin réticulum granuleux qu'on retrouve au cours d'observations vitales, notamment dans les cellules du filet. Le réseau chromatique se découpe en un certain nombre de filaments ténus, sinueux et longs, orientés tous dans un même sens. Ces filaments montrent dans la suite une alvéolisation très nette qui peut faire croire qu'un chromosome est formé d'articles rapportés bout à bout. Cette alvéolisation s'accentue même dans la suite et les chromosomes offrent finalement un aspect déchiqueté. Le réseau, finement granuleux et à mailles serrées est reconstitué après que les chromosomes ont, apparemment, perdu leur individualité qu'ils avaient conservée jusqu'à la fin de la télophase.

GÉOLOGIE. — *Louis Barrabé* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur la tectonique de la région comprise entre le Manambao et le Manambolo (Ouest de Madagascar) et sur ses relations avec les phénomènes éruptifs.**

Il est difficile de préciser l'âge des plis et des failles passés en revue dans cette Note; cependant, il est remarquable que ces accidents n'affectent que des formations sédimentaires antérieures aux épanchements basaltiques, formations qui présentent, d'ailleurs, des pendages plus accusés que les niveaux plus récents. Les coulées éruptives sont assez bien datées, elles sont probablement turoniennes; il s'ensuit que la phase orogénique est probablement d'âge cénomanien.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *H. Belval* (prés. par M. Molliard). — **La genèse de l'amidon dans les céréales. Les glucides des feuilles et des tiges du riz.**

Dans les feuilles, le saccharose l'emporte de beaucoup sur les sucres réducteurs. Dans les gaines et tiges, le saccharose est le seul glucide soluble non réducteur et la composition du mélange des sucres réducteurs est très voisine de celle du sucre interverti.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Wolmar* et *Jermstad*. — **Le sclaréol, principal constituant de l'essence absolue de Sauge Sclarée.**

Le sclaréol a pour formule $C^{54}H^{63}O^3$. C'est un alcool tertiaire, polyatomique non saturé, voisin des phytostérines et des cholestérines, dont il donne d'ailleurs les principales réactions.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Lucien Daniel* (prés. par M. P.-A. Dangeard). — **Nouvelles observations sur les variations de la descendance des Topinambours greffés.**

Il y a, chez le Topinambour dont s'est servi l'auteur, hérédité des caractères acquis par la greffe, puisque ces caractères nouveaux se transmettent par multiplication végétative et par reproduction sexuelle. Leur transmis-

sion s'effectue par un processus particulier, sans rapport avec la loi de Mendel.

ZOOLOGIE. — *Tchéou Tai Chuin* (prés. par M. Joubin). — **Absence de strobilisation et persistance du bourgeonnement pendant l'hiver chez des Scyphistomes alimentés artificiellement.**

L'arrêt de la strobilisation tient à l'absence ou à l'insuffisance du matériel de réserve nécessaire pour permettre au Scyphistome de se transformer en rouleau médusaire, transformation qui correspond à un rapide accroissement de la taille du Scyphistome formateur et nécessite par suite la présence d'un matériel nutritif abondant.

La température de 15° à 20° est favorable au bourgeonnement. Au-dessous de cette température, le bourgeonnement est sensiblement ralenti.

ENTOMOLOGIE. — *E. Roubaud* (prés. par M. E. Bouvier). — **L'anhydrobiose réactivante dans le Cycle évolutif de la Pyrale du maïs.**

Le dessèchement exerce sur les chenilles de *Pyrausta* deux influences, en apparence inconciliables, à la fois de sédation et d'excitation de l'activité biologique : c'est la mise au repos forcé de la chenille, imposée par l'anhydrobiose, qui lui permet de récupérer lentement son énergie évolutive. Cette reprise énergétique ne se traduira que sous l'influence de la réhydratation, mais cette dernière, à elle seule, est impuissante à provoquer la reprise du développement.

Grâce au dessèchement estival supporté par les larves âgées dans les chaumes mûrs et déjà secs des plantes nourricières, en juillet-août, le cycle peut reprendre avec l'humidité en septembre et permettre ainsi l'avènement d'une deuxième génération.

CYTOLOGIE. — *A. Giroud* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Structure des chondriosomes.**

Des recherches ont été entreprises par l'auteur sur la biréfringence des chondriosomes. Elles ont été effectuées sur le chondriome filamenteux des cellules intestinales de l'*Ascaris canis*. De l'ensemble des faits, il semble que l'on puisse conclure à une disposition régulière, selon leur axe, des molécules constitutives des chondriosomes.

PHYSIOLOGIE. — *Mme Phisalix* (prés. par M. E. Bouvier). — **Pouvoir rabicide *in vitro* du venin de Vipère aspic.**

Le venin de Vipère, chauffé à la température qui détruit sa toxicité, tout en réservant son pouvoir antivenimeux, se montre en outre rabicide *in vitro*. (L'auteur avait précédemment établi son action rabicide *in vivo*.)

Le chauffage du venin, à la température qui détruit sûrement son pouvoir antivenimeux, soit 100° pendant 10 minutes, laisse subsister son pouvoir rabicide, ce qui montre l'indépendance de ces deux pouvoirs et, par suite, celle des substances auxquelles ils sont dus.

— *A.* et *B. Chauchard* et *J. Hurynowicz* (prés. par M. L. Mangin). — **Mesure de l'excitabilité des nerfs vaso-constricteurs chez l'homme.**

La méthode d'investigation relatée dans cette Note, que les auteurs sont les premiers à avoir appliquée à l'étude des nerfs vaso-constricteurs chez l'homme à travers la peau, paraît appelée à devenir le procédé de choix pour l'examen clinique des malades atteints de troubles du système vaso-moteur.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Marcel Brandza* (prés. par M. P.-A. Dangeard). — **Recherches morphologiques et expérimentales sur les sclérotes des Myxomycètes calcarées.**

Exactement comme les spores d'un sporange, les sphérules d'un sclérote ont une couleur déterminée, des dimensions variant entre certaines limites et parfois une membrane en tout comparable à l'épispore.

Le processus de la sclérotisation d'un plasmodium est du même ordre que celui de la sporulation d'un sporange. Entre ces deux phénomènes, dont l'un précoce et temporaire (sphérulation), l'autre tardif et définitif (sporulation), l'analogie est évidente. Dans les deux cas, la même propriété fondamentale est mise en jeu pour réagir contre les pertes d'eau : la division du corps en masses plus ou moins sphériques et plus ou moins égales (sphérules ou spores).

BIOLOGIE. — *J. Magrou* et *Mme M. Magrou* (prés. par M. F. Mesnil). — **Action à distance du *Bacterium tumefaciens* sur le développement de l'œuf d'Oursin.**

Les faits observés suggèrent que le *Bact. tumefaciens* peut provoquer à distance, chez les larves d'Oursin, une prolifération exagérée du mésenchyme. Cette action à distance, non arrêtée par le quartz mais arrêtée par le verre, est, semble-t-il, à rapprocher de l'action mitogénétique exercée par la même bactérie sur certains groupes de cellules de la racine d'Oignon.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Lecomte du Noüy* (prés. par M. Roux). — **Sur une modification spontanée de la viscosité du sérum sanguin.**

La présente Note a pour but de rendre compte des phénomènes observés quand on opère sur un sérum frais (cheval) immédiatement après sa séparation du caillot, à température constante. Quand le sérum de cheval est recueilli aussitôt formé, sa viscosité est généralement haute, mais elle augmente encore pendant quelques minutes. Elle diminue ensuite rapidement, d'abord presque proportionnellement au temps, puis suivant une courbe régulière d'allure logarithmique, qui tend asymptotiquement vers une valeur minima de l'ordre de 1,80 (sérum de cheval normal).

L'augmentation rapide mais éphémère du début serait simplement due au fait que le sérum, après avoir été transvasé au moyen d'une pipette, ce qui a pour effet de détruire les structures, les reconstitue pendant quelques instants dans le viscosimètre jusqu'au moment où l'évolution chimique et sa manifestation physique commencent.

PARASITOLOGIE. — *H. Carré* (prés. par M. E. Leclainche). — **Infections parasitaires aiguës.**

Dans la coccidiose du mouton, la coccidie seule représente bien l'agent pathogène. Les lésions rénales, que la présence de l'albumine trahit, les symptômes si accusés présentés par les appareils pulmonaire et cardiaque, doivent faire admettre une action toxique, sous la dépendance directe de la coccidie ou due à la résorption de produits toxiques intestinaux que favorise l'altération profonde de la muqueuse.

Dans le cas de paraplégie enzootique des agneaux, on trouve dans le contenu intestinal un très grand nombre de Giardies. Il est permis de se demander si une sécrétion particulière à la Giardie, agissant sur les centres nerveux et le tissu rénal, résorbée par un intestin plus ou moins lésé, ne donne pas la clef de cette affection.

PROTOZOOLOGIE. — *Ed.* et *Et. Sergent* et *A. Catanei* (prés. par M. F. Mesnil). — **Sur un parasite nouveau du paludisme des oiseaux.**

Le parasite étudié chez les canaris d'Algérie est une espèce nouvelle pour laquelle les auteurs proposent le nom de *Plasmodium rouxi*. L'intérêt de son étude vient

de la ressemblance du paludisme des Oiseaux avec le paludisme humain, et de la possibilité d'étendre le champ des essais de la chimiothérapie.

P. GUÉRIN.

Séance du 26 mars 1928

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *A. Buhl.* — **Opérateurs permutables et trièdre mobile.**

— *R. Caccioppoli.* — **Un théorème général pour le passage à la limite sous le signe d'intégrale indéfinie.**

— *Soula* (prés. par M. Hadamard). — **Remarques sur le principe de M. Picard.**

— *P. Flamant* (prés. par M. Hadamard). — **Sur une notion analogue pour les fonctions entières à celle de famille normale pour les fonctions holomorphes.**

— *S.-A. Gheorghiu* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la croissance des dénominateurs D (γ) de Fredholm.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *A. Kolmogoroff* (prés. par M. Hadamard). — **Sur une formule limite de M. A. Khintchine.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *S. Bernstein* prés. par M. Hadamard). — **Sur quelques propriétés asymptotiques de la meilleure approximation.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Finikoff* (prés. par M. Hadamard). — **Sur l'équation intrinsèque d'une surface.**

— *B. Gambier* (prés. par M. Goursat). — **Surfaces fermées convexes ; ds^2 de Liouville ; antipodes géodésiques.**

ASTRONOMIE. — *V. Nechville* (prés. par M. H. Andoyer). — **Sur la théorie des deux courants stellaires et la théorie ellipsoïdale.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *J. Mesnager* (prés. par M. A. Mesnager). — **Sur la théorie des massifs pesants soumis à des sous-pressions et son application à la stabilité des barr ges.**

— *Baticle* (pés. par M. A. Mesnager). — **Sur la théorie de l'équilibre des massifs pesants soumis à des sous pressions et son application à la stabilité des barrages et des talus.**

— *A. Mesnager.* — **Epaisseur à donner aux barrages triangulaires, déduite du rapport officiel sur la rupture du barrage-réservoir de l'Oued Fergoug (Perrégaux).**

En inclinant la paroi amont d'un barrage, ont obtient des épaisseurs qui croissent avec l'inclinaison. La largeur de base devra donc être voisine du double de la hauteur. Un barrage-poids ordinaire, capable de supporter la poussée de l'eau atteignant 35 m. 85 au-dessus de la base, poussée qui a entraîné l'accident du 26 novembre 1927, devra avoir à la base, au lieu d'une épaisseur d'une trentaine de mètres, une épaisseur supérieure à 68 mètres.

— *R. Swyngedauw* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur les différences caractéristiques que présente le mouvement de la courroie au déroulement et à l'enroulement.**

La méthode appliquée précédemment par l'auteur dans son étude sur l'angle critique d'enroulement, s'applique également à l'angle critique de déroulement qui s'étend sur les 2 cm. environ du parcours qui précède le point où la courroie quitte la poulie (entre l'azimut critique pour le sens de rotation inverse et le point du dernier contact avec la poulie).

MÉTÉOROLOGIE. — *L. Besson* (prés. par M. Bigourdan). — **Sur la visibilité et la teneur de l'air en poussières à Paris.**

L'atmosphère contient en tout temps de petites gouttelettes d'eau, formées autour d'un centre de condensation qui, à Paris, est presque toujours un grain de poussière ou de fumée. La grosseur de ces gouttelettes serait maximum le matin et diminuerait de volume par évaporation dans le cours de la journée. A égalité de grosseur, la visibilité doit être à peu près inversement proportionnelle au nombre des particules. Ce nombre a augmenté dans l'air de Paris : il est plus élevé dans la période 1919-1926 que dans celle de 1896-1903. Cette augmentation est d'environ 50 p. 100 pour un quart de siècle.

GÉODÉSIE. — *P. Helbronner.* — **Sur les côtés communs de la triangulation fondamentale italienne et de la description géométrique détaillée des Alpes françaises.**

Pour rendre comparables les côtés de la triangulation fondamentale italienne tels que les donnent les publications de Florence, avec les côtés des triangulations françaises actuelles, il est nécessaire de réduire le mètre des bases italiennes du $\frac{1}{74000}$ de sa longueur, ce qui revient à augmenter de la même fraction tous les côtés de la triangulation du Royaume d'Italie, tout au moins dans la région septentrionale de cet Etat, établis en fonction des bases de Somma (dites aussi du Tessin) et de Piombino.

MAGNÉTISME. — *P. Weiss* et *R. Forrer.* — **Nouvelle mesure des moments atomiques du fer et du nickel.**

Les moments atomiques du fer et du nickel sont, avec une haute précision, les multiples entiers 11 et 3 d'un même moment, le magnéton expérimental. La valeur donnée par le fer, 1126,6, paraît devoir être préférée comme provenant d'une substance d'une plus grande pureté et reposant sur des extrapolations moindres. Cette valeur est supérieure de 3 millièmes environ à celle qui a été déduite en 1911 de la saturation absolue des mêmes métaux.

ÉLECTRICITÉ. — *Eligio Perucca* (prés. par M. A Cotton). — **Effet triboélectrique entre les corps solides et les corps gazeux.**

L'électrisation par jet de vapeur de mercure ne peut pas être attribuée au contact de gouttelettes de mercure avec le collecteur et il faut plutôt penser à une triboélectricité produite par le jet de vapeur.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *R. de Mallemann* (prés. par M. A. Cotton). — **Théorie électro-optique du quartz.**

L'auteur avait indiqué récemment une expression théorique du quartz en faisant remarquer qu'une vérification numérique précise ne pourrait être faite qu'après une étude expérimentale de la biréfringence électrique. En l'absence de résultats expérimentaux, il se trouvait dans l'impossibilité de publier les formules. Cette lacune ayant été comblée tout dernièrement par M. Ny Tzé Ze, dont le travail confirme les prévisions de M. de Mallemann, celui-ci, dans cette nouvelle Note, publie les formules qu'il n'avait pu indiquer précédemment.

OPTIQUE. — *J. Rey* (transm. par M. A. Blondel). — **Comparaison d'une optique en verre avec une optique à réflecteurs métalliques.**

Cette Note porte sur la comparaison d'une optique de phare bivalve, constituée par deux lentilles annulaires de Fresnel de quatrième ordre (0 m. 250 de distance focale) à trois éléments dioptriques et sept éléments catadioptriques embrassant un angle de 160° environ, avec une optique nouvelle à réflecteurs métalliques, constituée par un réflecteur parabolique de 0 m. 75 de diamètre, sectionné par quarts et pouvant être disposé de manière à donner soit deux groupes de deux éclats, soit un seul éclat se succédant à intervalles réguliers, les quatre frac-

tions étant, dans le second cas, réunies en un seul réflecteur. Les résultats sont donnés dans un tableau.

POUVOIR ROTATOIRE. — *R. Lucas* (prés. par M. A. Cotton). — **Action de la température sur les pouvoirs rotatoires.**

L'existence d'un maximum des courbes α (T) a été obsertée pour le tartrate d'éthyle pur, le tartrate d'isobutyle et le diacétyltartrate d'isobutyle. L'examen des dispersions de ces composés avait conduit à rejeter l'ypothèse de deux formes moléculaires pour adopter l'hypothèse de trois formes. L'étude de l'influence de la température oblige à rejeter également l'hypothèse de deux constituants pour rendre compte des anomalies des éthers précédents.

CRISTALLOGRAPHIE. — *C. Gaudefroy* (prés. par M. Wallerant). — **Appareil pour mesurer l'angle vrai des axes optiques.**

Le dispositif indiqué par l'auteur permet la mesure directe de l'angle des axes optiques, qui, jusqu'ici, ne se mesurait pas, mais se calculait à l'aide d'autres constantes, telles que l'angle apparent des axes, les indices principaux, les biréfringences principales.

— *Ch. Mauguin* (prés. par M. Wallerant). — **Etude des micas (non fluorés) au moyen des rayons X.**

Quelle que soit la composition chimique du mica non fluoré, le motif cristallin comprend toujours 12 atomes d'oxygène (seul élément électro-négatif présent) .Le nombre des atomes d'un élément autre que l'oxygène contenu dans le motif cristallin, est essentiellement variable, généralement fractionnaire (2.12 à 3,70 pour le silicium, 1,17 à 3.80 pour l'aluminium). Si l'on compte ensemble tous les atomes électropositifs du motif cristallin, on trouve encore une nombre variable, éventuellement fractionnaire, 9.10 pour la muscovite, 10.34 pour la lépidolite). Il faut donc admettre que les substitutions d'une maille à l'autre ne se font pas à nombre d'atomes constant. L'auteur définit, en outre, le rôle qui paraît dévolu aux atomes d'oxygène.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *J. J. Trillat* (prés. par M. M. de Broglie). — **Sur l'étude, au moyen des Rayons X, de la cellulose et des acétates de cellulose.**

La cellulose (coton Linters) donne un diagramme cristallins de fibres peu accentué, les oxycelluloses et les hydrocelluloses fournissent de très beaux diagrammes cristalins, identiques à ceux de la cellulose, tandis que les hydrocelluloses donnent un diagramme cristallin différent de cette dernière. L'alcalicellulose possède un diagramme cristallin riche en raies, et qui paraît analogue à celui des hydrocelluloses, mais le réseau est agrandi. Les acétates de cellulose obtenus en milieu insolubilisant, possèdent une partie cristalline très nette, dispersée au sein d'une phase amorphe.

L'examen des diagrammes permet de confirmer ou d'infirmer des résultats d'analyses chimiques et, par suite, d'apporter un contrôle intéressant dans la fabrication de ces produits.

RADIOACTIVITÉ. — *G. Guébert* (prés par M. G. Ferrié). — **Étude de l'action du rayonnement radioactif sur la constante diélectrique des diélectriques.**

Les recherches effectuées par l'auteur le conduisent à conclure que l'irradiation des lames diélectriques par les rayons du radium n'amène pas de variation de la constante diélectrique, ou au moins que, si cette variation existe, elle est inférieure en moyenne à $\frac{1}{1000}$ de la valeur de la constante diélectrique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Bary* (prés. par M. A. Th. — Schlœsing). — **Propriété nouvelle de certains gels de silice.**

Lorsqu'un gel de silice, obtenu par réaction de l'acide chlorhydrique sur le silicate de sodium en solution assez concentrée est soumis à certaines contractions, dans les conditions définies par l'auteur, on obtient une silice qui, séchée à l'air libre, possède, comme le quartz avant sa fusion, la propriété de se briser en petits morceaux quand on le chauffe dans une flamme.

Or, M. Bary a constaté que ce corps possède en outre la curieuse propriété de se pulvériser violemment en miettes assez petites quand on le projette dans l'eau. Cette pulvérisation se fait avec bruit. Le phénomène semble dû à des actions capillaires faisant pénétrer le liquide dans les pores étroits du gel.

— *Trividic* (prés. par M. Béhal). — **Sur l'adsprption de l'iode par le charbon dans quelques dissolvants organiques.**

La fixation de l'iode par un charbon actif au sein des dissolvants organiques indiqués par l'auteur, est rapidement totale, contrairement à ce qu'avait observé Davis. L'absorption de l'iode en solution dans les liquides organiques est parfaitement régie par l'expression de Freundlich, ce qui est en désaccord avec les opinions émises antérieurement par Davis et Schmidt.

— *J. Gournot* (prés. par M. Léon Guillet). — **Sur l'action de faibles additions d'étain et de cadmium sur les qualités du plomb.**

Au point de vue mécanique, seul le cadmium amène une élévation rapide des résistances et de l'élasticité; c'est donc lui qui peut remédier à la mauvaise tenue aux vibrations, mais il entraîne une chute de la malléabilité, laquelle est nettement freinée par une addition d'étain; d'autre part, le cadmium seul rend le bain très oxydable et l'étain remédie à ce défaut. L'auteur préconise donc les alliages ternaires, l'étain entrant dans une proportion sensiblement double de celle du cadmium et le total étain + cadmium étant compris entre 1,5 et 3 p. 100, suivant que l'on recherche une bonne malléabilité et des résistances et élasticité moyennes, ou l'inverse ; de toutes façons l'amélioration par rapport au plomb pur est bien nette.

CHIMIE ORGANIQUE. — *P. Cordier* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur l'acide phényléthylmaléique et son isomère.**

L'action de l'hypochlorite de soude, en milieu alcalin, sur l'acide éthylénique donne, selon les modalités de la préparation, soit uniquement l'acide phényléthylmaléique, soit ce dernier accompagné de son isomère fumarique. Le bisulfite de soude est un agent de transformation du dérivé *cis* en *cis-trans*.

— *L. Palfray* et *L. Rothastein* (transm. par M. Ch. Moureu). — **Sur les stéréoisomères de la quinite (Cyclohexanediol-1.4).**

L'auteur a étudié les caractères des deux isomères *cis* et *trans* préparés suivant la méthode qu'il indique.

La quinite est entraînable à la vapeur d'eau. Elle se sublime déjà au-dessus de 100°, mais surtout entre 150° et 200°. Les cristaux ainsi obtenus sont analogues à ceux qu'on obtient par évaporation de l'acétone. Ceux de l'isomère *trans* ont la forme d'aiguilles aplaties et fondent à 139°. Pour la quinite *cis*, par solidification après fusion, on obtient deux espèces cristallisées distinctes : l'une isotrope (cubique), l'autre uniaxe (quadratique), qui, en quelques minutes, se transforment en aiguilles

tricliniques, identiques à celles qu'on obtient par évaporation (F = 102°). Chauffée au tube scellé à 180° pendant 2 heures, la quinite cis ne subit pas d'altération appréciable, mais, chauffée pendant 20 minutes à 150° avec du mercure, elle est isomérisée, dans la proportion de 95 p. 100, en quinite *trans*.

— *M*lle *M. Montagne* (prés. par M. Béhal). — **Nouvelles recherches relatives à l'action des organo-magnésiens sur quelques dialcoyl-amides grasses.**

Dans cette Note l'auteur étudie la deuxième base tertiaire possédant un CH^2 de plus, sur la chaîne carbonée, que la première base tertiaire que l'on obtient dans l'action de l'iodure de méthylmagnésium sur la N-diéthylbutyramide. La formation de cette deuxième base anormale est due à l'action de l'iodure de méthyl libre dans le milieu réactionnel.

L. Franchet.

ENTOMOLOGIE. — *E. L. Bouvier.* — **Sur les Lépidoptères saturniens de la famille des Hémilencidés.**

Les Hémilencidés se subdivisent en deux sous-familles: les *Automérinés*, qui se distinguent essentiellement par leur pince sexuselle mâle, dont les deux mors sont armés au moins d'une griffe spiniforme presque toujours puissante ou très longue, et les *Dirphiinés* où la même pince est toujours inerme.

La sous-famille des *Dirphiinés* se subdivise à son tour en deux tribus : les *Dirphiicés*, pour les nombreuses espèces où les antennes du mâle sont quadripectinées, et les *Pseudodirphiicés* pour celles où les mêmes antennes sont réduites à deux branches sur chaque article.

GÉOLOGIE. — *J. Repelin* (prés. par M. Pierre Termier). — **Le Bassin d'Aquitaine à l'époque helvétienne ; les formations continentales.**

La lagune s'étendait fort loin au-delà des limites du golfe marin. Dans l'Agenais, c'était plutôt un véritable lac. Les calcaires blancs à *Helix Larteti* se retrouvent jusqu'aux environs de Villeneuve-sur-Lot, de Tournon d'Agenais et de Moissac. Aux abords de la Lomagne, le faciès devient de plus en plus argileux. Vers l'Ouest, les mêmes dépôts se retrouvent presque identiques dans la région de Mirande, de Bassones et de Lembeye.

Dans l'Agenais, il n'existe pas de faciès détritique et vraisemblablement les eaux qui se chargeaient de carbonate de calcium sur les plateaux du Quercy et du Périgord, s'écoulaient sans mélange d'apports torrentiels dans le fond du lac, entre Tournon d'Agenais, Moissac et Aiguillon, et déposaient leur calcaire comme aux époques précédentes (Aquitanien et Burdigalien).

BOTANIQUE. — *A. Maige* (prés. par M. M. Molliard). — **Phénomènes de fatigue des plastes pendant l'amylogenèse.**

Il résulte nettement de l'ensemble des faits relatés dans cette Note que le stroma plastidal se modifie physiologiquement au cours de l'amylogenèse, en présentant des phénomènes de fatigue qui se traduisent par une diminution de son excitabilité amylogène.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Pierre Gavaudan* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Sur la présence du système oléifère dans les organes de multiplication des Jungermanniacées.**

A l'exclusion de la cellule qui engendre le premier rhizoïde lors de la germination, toutes les autres possèdent des ébauches primitives d'oléocorps, se présentant sous des aspects variables, selon l'état d'avancement de leur évolution, s'effectuant d'ailleurs sans aucun synchronisme dans les différents spores d'un même sporogone.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Albert Guillaume* (prés. par M. Molliard). — **Variations dans la teneur en alcaloïdes chez le lupin sous l'influence de l'alimentation.**

Avec les deux groupes d'engrais envisagés, engrais et agents chimiques variés, d'une part, engrais gazeux (gaz carbonique), d'autre part, le poids de la récolte augmente; pour certains, la teneur en alcaloïdes en valeur absolue est supérieure à l'unité, pour d'autres, très voisine de l'unité.

Par contre, en rapportant la teneur en alcaloïde au poids des récoltes, on obtient des rendements qui, pour certains engrais, sont relativement élevés.

— *H. Colin* et *R. Franquet* (prés. par M. Molliard). — **Une nouvelle plante à maltose, *Schizopepon Fargesii* Gagnepain.**

Les tubercules de cette Cucurbitacée grimpante, originaire de Chine, renferment, à l'automne, jusqu'à 7 p. 100 de maltose alors qu'il n'y a pas plus de 12 p. 100 d'amidon. Le sucre de canne et le glucose ne sont présents qu'à très faible dose.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Pierre Dangeard* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Sur le dégagement d'iode libre chez les algues marines.**

L'auteur a observé chez plusieurs *Fucus*, *Pelvetia*, *Ascophyllum* et *Laminaria*, l'émission d'iode libre durant leur vie normale. On peut obtenir la coloration caractéristique du papier sensible, de l'empois ou de grains d'amidon, à une distance de plusieurs millimètres de la plante non mouillée.

Chez les Laminaires, la zone stipo-frondale se distingue par son intense pouvoir iodogène, mais l'émission d'iode peut se rencontrer partout, même sur les crampons.

ZOOLOGIE. — *G. Athanassopoulos* (prés. par M. L. Joubin). — **Sur les montées restreintes des Civelles dans la partie orientale de la Méditerranée.**

La valeur des montées des Civelles dans la Méditerranée diminue de l'Occident vers l'Orient, à partir de Gibraltar. Depuis leur éclosion dans la région des îles Bermudes, après avoir franchi Gibraltar, elles suivent les côtes méditerranéennes et se trouvent obligées de parcourir la côte de la péninsule italienne. Un petit nombre finit par atteindre les côtes grecques et entre péniblement dans les eaux de la péninsule balkanique. En définitive, il ne reste plus de civelles capables de pénétrer par les Dardanelles jusqu'à la mer Noire.

PHYSIOLOGIE. — *E. F. Terroine* et *R. Bonnet* (prés. par M. d'Arsonval). — **L'influence du taux de la glycémie sur la grandeur des échanges et les problèmes de l'action dynamique spécifique et de la consommation de luxe.**

Une augmentation considérable du taux de la glycérine, quelle que soit l'espèce animale étudiée, ne modifie en rien la grandeur des échanges.

Il n'y a aucune action dynamique spécifique du glucose dans le sens réel qu'il convient d'attribuer à cette expression; la légère augmentation des échanges observée après l'ingestion de sucre disparaissant lors de l'injection, montre bien qu'il s'agit de la conséquence des processus digestifs, non d'un phénomène de métabolisme.

La conception qui voit dans l'action dynamique une action excitante de masse est indéfendable. La consommation de luxe, parfois observée chez les homéothermes, ne paraît pas devoir s'expliquer par une influence immédiate de la quantité des aliments offerts sur le métabolisme cellulaire.

— *Jules Amar* (transm. par M. d'Arsonval). — **Lois d'éducation physique.**

Il faut que l'entraînement soit progressif et continu, et il n'est efficace que s'il débute avec l'enfance. L'éducation peut commencer à l'âge de six ans.

Pas de culture physique sans bonne respiration. La contraction musculaire doit être suivie d'un repos réparateur, c'est-à-dire accomplie à un rythme physiologique. Le fonctionnement du cœur obéit à ce rythme et l'accélération de ses battements ne saurait être que momentanée sous peine de surmenage, d'intoxication cellulaire.

PHARMACODYNAMIE. — *E. Rothlin* et *Th. Olia·o* (prés. par M. Charles Richet). — **Dosage biologique des quantités de glucosides cardio-actifs fixées par le cœur de grenouille.**

Les expériences ont porté sur les glucosides de la scille: scillarène A, scillarène B et le complexe glucosidique naturel de la drogue que les auteurs appellent Sq 1005. Le scillarène B s'est révélé plus actif que le scillarène A. Mais dans l'expérience de passage, au contraire, la quantité fixée par chaque cœur a été plus faible pour le scillarène A que pour le scillarène B.

L'intoxication du cœur isolé de grenouille par le scillarène A dépend, dans les conditions d'expériences, d'autant plus de la quantité de glucoside par centimètre cube, que le volume utilisé est plus petit.

ÉLECTROPHYSIOLOGIE.—*Georges Bourguignon* (transm. par M. d'Arsonval). — **Excitation transcérébrale du système pyramidal chez l'Homme. Mesures de chronaxies normales et pathologiques.**

Chez l'Homme, l'isochronisme paraît être la règle à l'état normal. Le fonctionnement du système moteur total admet un hétérochronisme entre le système central et le système périphérique beaucoup plus grand (10) que celui (2 à 3) qu'admet le fonctionnement du système moteur périphérique entre le nerf et le muscle.

Il paraît donc y avoir entre le neurone moteur central et le neurone moteur périphérique un lien du même genre, mais plus lâche, qu'entre le nerf et le muscle.

— *Henry* et *Edouard Lassalle* (transm. par M. d'Arsonval) — **Sur une nouvelle expression théorique des intensités liminaires en fonction des durées des stimuli.**

Les auteurs sont portés à croire que les diverses formules, données dans cette Note, des valeurs de l'excitant liminaire, auxquelles conduit la théorie, pourront, dans de nombreux cas, être utiles aux chercheurs, grâce à leur souplesse mathématique et à leur degré d'approximation.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Mlle Goldsmith* (prés. par M. E. Bouvier). — **L'évolution d'un tropisme.**

La vie de *Galleria melonella* dans l'obscurité de la ruche, tant au stade larvaire qu'au stade d'imago, ferait supposer qu'elle doit présenter un phototropisme négatif. On constate cependant que l'insecte adulte montre à l'égard de la lumière une complète indifférence. Les chenilles, au contraire, sont douées d'un phototropisme négatif très net et qui présente ce trait particulier qu'il ne se manifeste pas dès l'éclosion, mais se développe à mesure que la chenille avance en âge et atteint son maximum à la période qui précède immédiatement la nymphose.

BIOLOGIE. — *E. Brumpt* (prés. par M. L. Joubin). — **Rôle du poisson vivipare américain *Gambusia Holbrooki* dans la lutte contre le paludisme en Corse.**

[illegible] *Gambusia*, on récoltait, de juillet à septembre 1926, une moyenne de 300 à 500 larves d'Anophèles au mètre carré, il était impossible d'en récolter plus d'une à la même époque en 1925.

— *C. Dawydoff* prés. par M. F. Mesnil). — **Sur la réversibilité des processus du développement. Les phases extrêmes de la réduction des Némertes.**

A la suite de ses observations, l'auteur incline à croire que le retour de Némertes au stade œuf n'est plus une utopie biologique, mais un problème abordable. C'est une question de grande abondance de matériel, de méthodes techniques et surtout de connaissance des conditions physiologiques les plus favorables à l'organisme pour la réduction complète. Il faut chercher tout cela empiriquement, ce qui rend le problème fort difficile.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *N. Bezssonoff* (prés. par M Gabriel Bertrand). — **L'action physiologique immédiate d'une vitamine.**

Choisissant des vecteurs adéquats, et limitant la durée des épreuves à 48 heures, l'auteur a pu préciser l'effet physiologique immédiat de la vitamine C. Il a expérimenté sur des cobayes adultes, soumis successivement, par périodes de 48 heures, au régime scorbutigène strict: avoine, levure, jaune d'œuf, et au même régime additionné d'une substance antiscorbutique.

D'après les données relatives aux premières 24 heures d'expérience, l'action sur l'excrétion urinaire précède celle sur le poids des animaux. L'avitaminose diminue l'excrétion des phénols, d'où probablement l'intoxication, le manque d'appétit et la baisse de poids.

La réaction bleue de l'urine, absente pendant l'avitaminose C, devient constante et nette seulement quand la dose en vitamine C est quintuplée.

MÉDECINE. — *Mlle Suzanne Guery* (prés. par M. d'Arsonval). — **Nouvelle méthode d'auscultation dite auscultation binaurale différentielle et appareillage en permettant la réalisation.**

Cette écoute binaurale différentielle s'obtient en réunissant chaque oreille à un écouteur distinct, indépendant acoustiquement et mécaniquement. Cette auscultation met en jeu les avantages que l'on possède grâce au fait que l'on a deux oreilles séparées, indépendantes. Les écouteurs et conduits actuellement modifiés étant modifiés, l'auteur se trouve, en définitive, en possession d'une méthode qui permet d'ausculter un même foyer sonore et d'ausculter deux foyers sonores distincts, ce qui est susceptible de rendre service en auscultation pulmonaire et en auscultation cardioartérielle.

HYGIÈNE. — *R. Cambier* et *F. Marcu* (prés. par M. A. Th Schlœsing). — **Sur la composition de l'air des rues de Paris.**

Les auteurs n'envisagent dans cette Note que les chiffres notés dans quelques cas particuliers non encore étudiés, notamment dans le cas des barrages établis par mesure de police, pour régulariser le flot des voitures en certains points encombrés, conditions favorables à la production de quantités importantes d'oxyde de carbone.

Dans tous les prélèvements effectués au milieu des barrages établis dans les voies larges, mais à une hauteur de 1 m. 60, la teneur en oxyde de carbone n'a jamais excédé 4 à 5 cent-millièmes. Dans une rue étroite et très passagère, les teneurs de l'air en oxyde de carbone de 5 à 6 cent-millièmes observées assez exceptionnellement au droit des barrages, se dissipent rapidement et tombent à moins de 1 cent-millième dès que la circulation redevient libre.

Dans l'ensemble, les proportions en oxyde de carbone et en acide carbonique n'ont pas été sensiblement modifiées par le prodigieux développement de l'automobilisme.

P. GUÉRIN.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. H. Lebesgue a été désigné pour représenter l'Académie à la célébration du Jubilé professoral de M. Ch. de la Vallée Poussin, le 13 mai 1928 à Louvain.

— L'Académie des sciences est autorisée à accepter le legs qui lui a été consenti par Mme Jeanne-Alexandrine-Laure Bosc, veuve de M. Charles-Louis de Saulses de Freycinet, de la nue propriété d'une somme de 250.000 fr. pour les arrérages en être à l'extinction de l'usufruit, affectés à venir en aide à des savants dont les ressources seraient insuffisantes pour leur permettre de poursuivre leurs études scientifiques, ou à encourager des recherches et des travaux profitables à la santé ou au progrès.

Cette fondation portera le nom de « Fondation Charles-Louis de Saulses de Freycinet ».

IIe Congrès du Chauffage industriel. — Le IIe Congrès du Chauffage industriel se tiendra du 23 au 30 juin 1928 au Conservatoire national des Arts et Métiers.

Le Congrès s'occupera des questions suivantes : 1° Elaboration des combustibles; 2° Utilisation des combustibles et de la chaleur ; 3° Perfectionnement des méthodes générales de chauffage industriel.

Pour prendre part au Congrès, il faut adresser une demande d'inscription, accompagnée du montant de la cotisation, dont le minimum est fixé à 50 francs, au Secrétaire général du Congrès, 5, rue Michel-Ange, Paris 16e.

Pour les Associations ou Sociétés, la cotisation minima est fixée à 500 francs.

Les communications peuvent dès maintenant être adressées au Président ou au Secrétaire Général du Congrès. Elles devront remplir les conditions suivantes:

a) Etre inédites ;

b) Traiter complètement ou en partie une des questions inscrites au programme du Congrès;

c) Apporter ou grouper des données scientifiques précises ou des comptes rendus d'expériences ou d'essais méthodiques. Les mémoires simplement descriptifs d'appareils ou de procédés industriels seront écartés ;

d) Ne pas dépasser 10 pages imprimées du format de la revue *Chaleur et Industrie*.

Du fait même qu'ils envoient leurs communications au Congrès les auteurs s'engagent à ne leur donner aucune publicité avant la publication visée à l'article 16 ci-après.

A l'occasion du Congrès la 2e Exposition du Chauffage industriel se tiendra, du 23 juin au 8 juillet, au Parc des Expositions de la Ville de Paris. Elle comprendra sept sections : I. Elaboration des combustibles ; II. Utilisation des combustibles; III. Utilisation de la chaleur; IV. Conservation de la chaleur; V. Contrôle de la chauffe; VI. Utilisation de la vapeur; VII. Technique de la chauffe.

Les programmes et réglements du Congrès et de l'Exposition peuvent être demandés au Secrétaire général du Congrès, 5, rue Michel-Ange, Paris, 16e.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Bourses de voyage autour du monde.* — Deux bourses de voyage sont mises cette année à la disposition de l'Université de Paris par M. Albert Kahn : l'une, de 100.000 *francs*, pour un voyage autour du monde, d'une durée d'environ quatorze mois; l'autre, de 50.000 francs, pour un voyage moins étendu, qui devra comprendre, outre l'Europe, le Proche-Orient et l'Egypte ou les Etats-Unis et dont la durée sera de sept ou huit mois.

En principe, ces bourses sont destinées à des agrégés des lycées de garçons, à des agrégées des lycées de jeunes filles, ou à des membres de l'enseignement supérieur. Mais elles peuvent être attribuées à des personnes qui, sans appartenir à l'enseignement, ont concouru ou paraissent devoir concourir utilement à l'éducation nationale, par leurs écrits ou par leur activité.

Les voyages dont il s'agit ne doivent être ni de voyages d'agrément, ni des voyages pour l'étude, à l'étranger, d'une question déterminée, mais des voyages d'observation. Le fondateur a pensé que la comparaison des mœurs et des institutions nationales avec les mœurs et les institutions politiques, religieuses, sociales et économiques des pays étrangers était de nature à élargir les esprits, à les élever et à rendre les maîtres de la jeunesse française plus aptes à remplir leur tâche d'éducation.

Dans sa demande, chaque candidat doit indiquer les pays qu'il se propose de visiter. *Il s'engage à n'être, pendant la durée du voyage, correspondant d'aucun journal. Mais à son retour, il devra adresser au Recteur de l'Académie de Paris, une relation de son voyage, manuscrite ou imprimée d'une cinquantaine de pages au moins. Enfin, le boursier devra se tenir à la disposition du Recteur pour faire à Paris ou en province deux ou trois conférences sur son voyage.*

Les demandes de bourses doivent être adressées avant le 1er juin au Recteur de l'Académie de Paris, à la Sorbonne, avec tous les renseignements de nature à en permettre l'appréciation.

Muséum National d'Histoire naturelle. — ANATOMIE COMPARÉE.— M. R. Anthony, Professeur, a commencé son cours le lundi 16 avril 1928, à dix heures, dans l'Amphithâtre des Nouvelles Galeries, rue de Buffon, 2, et le continuera les vendredis et lundis suivants, à la même heure.

Le Cours sera divisé en deux parties :

1re PARTIE. — Anatomie comparée du cerveau (suite) : Voies de conduction et systématisation du Néopallium des Mammifères. Les noyaux gris centraux du télencéphale.

2e PARTIE. — Exposé des résultats des recherches récemment faites au Laboratoire sur l'Anatomie des Cavités nasales des Mammifères (*suite*) [Ongulés].

Le Cours sera complété par des démonstrations au Laboratoire et aux Galeries; leurs dates et heures seront annoncées à l'amphithéâtre.

— BOTANIQUE. — M. H. Lecomte, Membre de l'Institut, Professeur, à commencé son Cours le mercredi 18 avril 1928, à dix heures, dans l'Amphithéâtre de la Galerie de Minéralogie ; les cours suivants auront lieu, à la même heure, le mercredi et le samedi de chaque semaine.

Le Professeur passera en revue les caractères d'un certain nombre de familles du groupe des Dicotylédones dialypétales : Magnoliacées, Nymphéacées, Renonculacées, Anonacées, Papavéracées, Crucifères, etc.

La Galerie des herbiers est ouverte tous les jours, de 13 heures à 17 heures, pour les botanistes qui désirent poursuivre des études spéciales.

Des herborisations à la campagne seront annoncées par des affiches ultérieures.

— DESSIN APPLIQUÉ A L'ÉTUDE DES PLANTES. — M. H. Hissard à commencé ses Leçons le mercredi 18 avril 1928, à 13 heures et demie, et les continuera les samedis et mercredis suivants, à la même heure, dans la salle de Dessin (Porte d'Austerlitz).

Des leçons auront lieu dans les Jardins quand le temps le permettra.

— Dessin appliqué a l'étude des animaux. — M. E. Mérite a commencé ses Leçons le lundi 16 avril 1928, à treize heures et demie, et les continuera les jeudi et lundi suivants, à la même heure, dans la salle de dessins (Porte d'Austerlitz).

M. Mérite s'occupera spécialement du dessin d'histoire naturelle pour la zoologie, des procédés de reproduction et de l'application des documents scientifiques aux Beaux-Arts.

Des leçons auront lieu dans la Ménagerie quand le temps le permettra.

Ecoles Nationales vétérinaires. — Un concours sur titres sera ouvert à l'Ecole nationale vétérinaire de Lyon, le lundi 15 octobre 1928, à dix heures du matin, en vue de la nomination à ladite école d'un Professeur titulaire de pathologie médicale et de clinique.

Les candidats classés par le jury ne pourront être nommés que s'ils possèdent le titre d'agrégé pour le 7e enseignement (médecine).

Les demandes des candidats, accompagnées des pièces réglementaires, devront être adressées au Ministre de l'Agriculture (direction des services sanitaires et scientifiques, 42 *bis*, rue de Bourgogne), trente jours au moins avant la date fixée pour l'ouverture du concours, conformément aux dispositions de l'arrêté ministériel du 22 décembre 1925.

Le professeur désigné pourra ultérieurement recevoir, à titre temporaire ou définitif, telles affectations ou missions jugées désirables se rapportant à l'enseignement théorique ou pratique donné dans les Ecoles nationales vétérinaires.

— Des concours d'agrégation prévus par le décret du 28 juillet 1925 seront ouverts, savoir :

1° A l'Ecole nationale vétérinaire de Toulouse, le 13 mai 1929, pour le 6e enseignement (parasitologie) ;

2° A l'Ecole nationale vétérinaire de Toulouse, le 20 mai 1929, pour le 3e enseignement (physiologie et thérapeutique) ;

3° A l'Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, le 7 octobre 1929, pour le 12e enseignement (industrie et contrôle des produits d'origine animale) ;

4° A l'Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, le 12 octobre 1929 pour le 7e enseignement (médecine).

Les directeurs des Ecoles nationales vétérinaires donneront tous renseignements utiles sur les épreuves des concours et sur le programme des enseignements considérés.

Université de Dijon. — *Faculté des Sciences.* — La chaire de Mathématiques pures est transformée en chaire de Calcul différentiel et de Calcul intégral.

M. Lagrange, Maître de Conférences de mathématiques à la Faculté des Sciences d'Aix-Marseille est nommé titulaire de la nouvelle chaire.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Essai sur l'hyperespace. Le temps, la matière et l'énergie, par M. Maurice Boucher. In-8° de 264 pages. Troisième édition. Gauthier-Villars, éditeur, Paris.

Notre expérience nous conduit à attriber trois dimensions à l'espace. Est-il possible d'aller au-delà et d'admettre un espace supérieur à celui que les sens nous révèlent, ou hyperespace ? Il n'existe contre cette dernière hypothèse aucune preuve rationnelle. On a pu construire des géométries parfaitement logiques, en attribuant à l'espace plus de trois dimensions.

Mais s'il nous est impossible de prouver que l'espace n'a pas plus de trois dimensions nous ne savons rien sur sa quatrième dimension, pas même si elle existe: « Devons-nous croire, avec les relativistes, écrit M. Boucher, que le temps ne serait réellement qu'une quatrième dimension de l'espace ? Cela semble probable et peut se justifier indépendamment de la théorie de la relativité. La matière possède-t-elle une dimension supplémentaire excessivement petite ? Un certain nombre d'arguments sont en faveur de cette hypothèse ».

L'auteur expose, dans un style élégant et imagé, ce qu'il faut penser des problèmes que soulève l'existence d'un hyperespace. Son livre, tout empreint d'esprit philosophique, intéressera tous ceux qui aiment à réfléchir sur l'origine de nos connaissances et sur leur portée.

A. Bc.

Transformateurs de Puissance. Bobines d'Inductance, par M. Marcel Mathieu. Un vol. in-8 (*Nouvelle Encyclopédie électro-mécanique*) de 306 pages et 183 figures. A. Blanchard, éditeur, Paris. — Prix : 18 fr.

On sait l'importance industrielle qu'a prise le courant alternatif, plus commode à produire et à transporter que le courant continu. L'utilisation de ce courant est grandement facilitée par l'emploi des transformateurs, qui permettent d'en élever ou d'en abaisser à volonté la tension, et par celui des bobines d'inductance, qui permettent d'en régler l'intensité sans perte de puissance.

Tels sont les problèmes qu'étudie M. Mathieu. L'ouvrage se divise en deux parties. La première contient des nombres pratiques, des règles de construction indispensables, des données précises d'application aux transformateurs de puissance. La seconde partie est consacrée au calcul des bobines d'inductance ; elle constitue un recueil de formules importantes et de méthodes de calcul de l'inductance des bobinages.

A. Bc.

Conductibilité électrique des métaux et problèmes connexes. Rapports et discussions du quatrième conseil de physique, tenu à Bruxelles du 24 au 29 avril 1924, sous les auspices de l'Institut international de physique Solvay. Publiés par la Commissions administrative de l'Institut. Un vol. in-8° de 366 pages. Gauthiers-Villars, éditeurs, Paris.

La théorie électronique permet d'interpréter simplement la production du courant électrique dans les conducteurs. Le courant est transporté par les électrons libres que renferme tout métal. Ces mêmes électrons servent à la conductibilité thermique. Ainsi s'explique que les bons conducteurs de l'électricité soient, en même temps, bons conducteurs de la chaleur. Mais le développement précis de cette conception générale présente des difficultés qui sont loin d'être encore résolues. C'est à l'examen de ces difficultés et à la discussion des nombreuses théories de la conductibilité qu'a été consacré le 4e Conseil de Physique Solvay, tenu à Bruxelles en 1924, et dont les secrétaires publient aujourd'hui les rapports et les discussions.

A ce Congrès ont pris part les physiciens les plus éminents du monde entier. C'est ainsi que l'ouvrage s'ouvre par une étude magistrale de Lorentz sur l' « Application de la théorie des électrons aux propriétés des métaux ». On trouve également, dans ce recueil, les exposés tout à fait complets et au courant des travaux les plus récents

dus à MM. Bridgman, Richardson, K. Onnes, Joffé, Broniewski, Rosenhain, Hall, Dobronranoff. Les physiciens et les chimistes pourront ainsi prendre connaissance de résultats expérimentaux et de théories qui se trouvent dispersés en un très grand nombre de Mémoires difficiles à se procurer ou à lire. Ils trouveront également soit dans les Rapports, soit dans les discussions auxquelles ces rapports ont donné lieu, des idées qui prourront leur suggérer d'intéressants sujets de recherches. A. Bc.

Précis d'anatomie pathologique, par G. Hermann et C. Morel, *Deuxième édition* revue par C. Morel, Professeur à la Faculté de Médecine de Toulouse. In-8° relié de 808 pages avec 8 planches en noir et en couleurs et 342 figures. (Collection Testut) O. Doin, éditeur, Paris.

Cet ouvrage qui fait partie de l'importante Bibliothèque de l'Etudiant en Médecine, fondée par le Professeur Testut et continuée par le Professeur Lagrange, est conçu de telle manière qu'il constitue à la fois un excellent manuel pour la préparation des examens et un guide théorique des plus précieux pour les jeunes médecins ou biologistes qui débutent dans les recherches anatomo-pathologiques. Comme tous les volumes de la Collection Testut celui-ci est aussi concis que possible, mais cependant rien n'y est omis de ce qui est indispensable à la formation scientifique des étudiants. Il constitue la meilleure des introductions à l'étude des ouvrages plus importants qui ne conviennent qu'aux spécialistes. A. B.

The antisterility vitamine fat soluble E, par H. Mc Lean Evans et George O. Burr. In-4° de 176 pages avec 12 planches hors-texte (Mémoires de l'Université de Californie. Vol. VIII). Universiy of California Press Berkeley U. S. A. Prix : 5 dollars.

Il existe dans certains aliments et, en particulier, dans l'huile de germes de blé une vitamine lipo-soluble, désignée sous le nom de facteur E. Cette vitamine intervient dans la reproduction au point que les animaux soumis à un régime dont elle est absente deviennent stériles dès la première ou la seconde génération. C'est à l'étude complète de cette substance par les auteurs mêmes de sa découverte que le présent ouvrage est entièrement consacré.

MM. Evans et Burr y traitent notamment des caractères de la stérilité par carence, l'histopathologie de la gestation chez les femelles privées du facteur E, la stérilité des mâles soumis à ce même régime, la diminution de la fertilité initiale chez les animaux carencés, la distribution de la vitamine E dans les aliments végétaux et animaux, le traitement de la stérilité par carence chez la femelle et le mâle, la solubilité de la vitamine E, la stabilité de celle-ci, son isolement et sa concentration, etc... En un mot il y a dans ce volume l'exposé de toutes les connaissances que nous possédons actuellement sur cette vitamine dont l'importance apparaît fort grande. Tous les biologistes ou biochimistes qui auront à l'étudier ne sauraient trouver une meilleure source de renseignements que le remarquable ouvrage dans lequel les deux savants qui nous ont fait connaître cette nouvelle vitamine ont si bien exposé leurs belles recherches, ainsi que les travaux des auteurs qui ont abordé le même sujet. A. B.

Psychologie de l'opinion et de la propagande politique, par Jules Rassak. In-16 de 286 pages. Paul Rivière, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

Le but de cet ouvrage est, nous est-il dit dans la conclusion « de servir la propagande de gauche qui ne peut compter sur l'intelligence, pour lutter contre la propagande réactionnaire qui puise sa force dans les coffres-forts. » Ceci nous dispense d'en apprécier les mérites scientifiques. Au demeurant on y trouvera quelques renseignements curieux sur l'histoire du bolchevisme et l'influence de la presse. R. T.

Les Vertiges, par les Drs J. Lévy-Valensi et E. Halpern. In-16 de 118 pages de la Bibliothèque de Neurologie et de Psychiatrie. M. Maloine, éditeur, Paris.

Les auteurs définissent le vertige, un peu étroitement peut-être, « la manifestation subjective de la souffrance de l'appareil labyrinthique », ce qui élimine les vertiges mentaux, ou psycho-névrotiques, éblouissements, mal des montagnes, etc... Une fois cette définition admise, on ne peut que louer et recommander l'excellent exposé qu'ils font de la sémiologie, de la physiologie, du diagnostic et du traitement des diverses formes cliniques de vertiges. De nombreuses figures aident très adroitement à la compréhension du texte. R. T.

L'Unfversion, par Georges Lakhovsky, avec une préface du Professeur d'Arsonval, de l'Institut. In-16 de 270 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris.

« L'universion, c'est tout : c'est la promatière immatérielle qui a créé la matière, c'est la raison d'être de l'univers et de la continuité interastrale, c'est le secret du vide le plus absolu. Bien plus encore, l'universion c'est l'ensemble de toutes les radiations, de toute l'énergie, sans doute même la source de la vie et de la pensée » (p. 35).

Ces lignes caractérisent bien le dessein et la manière de ce curieux ouvrage, où, sous la forme d'entretiens familiers avec un philosophe, M. Lakhovsky s'efforce de dégager toute la métaphysique qu'il croit incluse dans les théories physiques de la matière, et notamment dans les expériences récentes de M. Millikan sur les radiations cosmiques. L'auteur — et M. d'Arsonval a raison de l'en féliciter — sait instruire en amusant. Je regrette seulement et qu'il n'ait pas mieux séparé le domaine des faits établis de celui de la fiction, et qu'il nous montre un professeur de Faculté aussi ignorant et aussi naïf. Nos philosophes universitaires ne sont plus si mal informés des choses de leur temps. R. T.

La perspective rapide dans le dessin industriel : perspectives cavalière, axonométrique et isométrique, par L. Larbalette, professeur de l'Enseignement technique. In-4° de 100 pages avec 73 figures et planches. Desforges, Girardot et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 18 fr.

La représentation géométrale employée dans le dessin industriel demande pour être traduite par l'exécutant une grande habitude, un examen laborieux et un réel travail mental ayant pour objet de se représenter par la pensée la forme des pièces. On ne saurait nier qu'une perspective sinon exacte, du moins très approchée ne soit de nature à faciliter considérablement cette opération de l'esprit dans laquelle le travail des yeux joue un si grand rôle. Les méthodes de représentation qu'expose M. Larbalette peuvent à ce point de vue, par l'économie de temps qu'elles procurent pour l'interprétation des dessins en projections orthogonales, rendre de très grands services dans les ateliers. Comme dans le dessin géométral, les figures qu'elles donnent sont linéaires et les constructions sont géométriques ; on n'obtient pas exactement les images des objets telles que l'œil les verrait, mais les déformations sont faibles et ne sont guère gênantes. La simplicité de l'exécution, et la facilité de relever une cote sur le dessin sont les avantages particulièrement importants de la perspective rapide sur la perspective conique des peintres. L'auteur a cherché des règles simples ;

son ouvrage rendra certainement service aux personnes que le dessin industriel intéresse.

J. B.

Fabrication et raffinage des huiles et des graisses d'origine animale, par J. Fritsch, Ingénieur-chimiste. *Deuxième édition*. In-8° de 439 pages avec 34 figures. Amédée Legrand. Editeur, Paris. — Prix :

D'importantes recherches ont été effectuées dans ces dernières années sur les graisses et huiles animales, leur composition, leurs propriétés et leurs applications. Certaines publications sur ces diverses substances sont fort bien documentées au point de vue scientifique, mais ne donnent que peu de détails sur les procédés d'extraction ou de purification. La deuxième édition de l'ouvrage de J. Fritsch arrive donc à point pour fournir aux chimistes des renseignements très précis sur l'important sujet que l'auteur y traite et pour servir de guide aux industriels dans la modernisation de leur matériel ou de leurs techniques.

De si nombreuses questions, tant scientifiques que pratiques, sont abordées dans cet ouvrage que nous devons nous borner à en énumérer les divers chapitres. Les lecteurs ont toutes chances d'y trouver les données techniques les plus récentes sur toutes les graisses et huiles animales qui présentent un réel intérêt industriel. Après un chapitre de généralités sur les corps gras, l'auteur passe en revue les huiles d'animaux terrestres, les suifs, le saindoux, la fabrication du suif d'os, le raffinage des graisses et des huiles,le désuintage des laines par la voie humide et par les solvants volatils, la lanoline, la graisse de peaux, l'utilisation du sang et des déchets d'abattoir, les huiles d'animaux marins, l'extraction des huiles de poissons et de déchets de poissons, le guano de poisson, la désodorisation des huiles de poissons, les dégras, l'analyse des dégras et enfin l'analyse des huiles et des graisses.

Indépendamment des renseignements d'ordre chimique puisés aussi bien dans les travaux français que dans les mémoires étrangers les plus récents, — renseignements dont un grand nombre sont groupés en tableaux faciles à consulter — l'auteur donne de multiples indications de brevets étrangers ainsi que de nombreuses précisions sur les sortes commerciales et les diverses applications des corps gras animaux. On voit donc que si cet ouvrage est appelé à rendre de grands services aux chimistes et aux industriels, il sera également utile aux commerçant et aux économistes.

A. B.

Voitures et wagons, par J. Netter, sous-Directeur du Ministère des Travaux Publics. In-8° de 602 pages avec 484 figures. J.-B. Baillière, éditeur, à Paris. — Prix : 80 francs.

Ce livre fait partie de l'Encyclopédie de Mécanique appliquée dirigée par L. Lecornu, membre de l'Institut.

M. Netter a eu l'occasion d'étudier, au Ministère des Travaux Publics, toute une série de questions importantes se rattachant au matériel roulant des chemins de fer. L'ouvrage qui vient de paraître passe en revue tout le matériel de transport, y compris les voitures automotrices, examine leurs éléments constructifs ainsi que le chauffage, le freinage et l'éclairage; ce dernier chapitre étant d'ailleurs rédigé par M. de Verchère, ingénieur de la Compagnie Electro-Mécanique. M Borne, ingénieur de la Société Westinghouse a collaboré à l'exposé de la question du chauffage. De larges emprunts ont, en outre, été faits au cours de chemins de fer à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines, du, regretté Boëll, ingénieur en chef au corps des Mines, à la mémoire duquel l'auteur rend un respectueux hommage.

De cette collaboration, M. Netter a su tirer un ouvrage bien coordonné, d'un puissant intérêt où rien d'important ne reste inexpliqué.

Nous signalerons, notamment, le chapitre sur les freins, particulièrement intéressant au moment où l'on songe à doter de freins continus les trains de marchandises, afin d'augmenter la capacité et la sûreté des voies ferrées.

Les matériels français et étrangers sont décrits avec une grande clarté.

L'ouvrage de M. Netter est un guide sûr, qui va rendre les plus grands services à tous ceux qui doivent avoir des notions précises sur les matériels de transport; les croquis et les photogravures très nombreuses accompagnent heureusement les descriptions.

C'est avec le plus grand intérêt que nous avons lu ce livre et que nous avons admiré le talent avec lequel l'auteur a traité une question si complexe en si peu de pages, relativement.

Nous ne ferons que deux réflexions de détail.

On sait quelle est l'importance, pour la sécurité, des bandages des roues; leur usure rapide cause, d'ailleurs, des frais importants aux Compagnies. Or, l'auteur paraît ignorer que l'on utilise, en Amérique et surtout en Angleterre, des bandages en acier ordinaire auquel on donne, par un traitement thermique, une structure à grain beaucoup plus fin et régulier et que ces bandages sorbitiques ont déjà fait assez longuement leurs preuves de bonne endurance.

D'autre part, à la page 322, après un examen sommaire du système Pottier-Lannois, d'ailleurs adopté par le réseau de l'Etat, M. Netter croit devoir ajouter : que le montage est moins facile, que la vapeur est moins bien utilisée, que l'appareil est moins simple, moins robuste, etc... que le Westinghouse. Nous avons examiné de très près les deux appareils ainsi mis en parallèle et il nous semble que le jugement sur le système Pottier-Lannois est un peu sévère.

Ed. M.

Leçons de chimie physique, par M. Vèzes. In-8 de 346 pages avec 293 figures. Vuibert, éditeur, Paris, 1927.

« M. Vèzes publie aujourd'hui les leçons de chimie physique qu'il a professées avec tant d'autorité à la Faculté des Sciences de l'Université de Bordeaux. Universellement apprécié dans le monde des savants par ses travaux classiques sur les éléments de la famille du platine, et dans le monde industriel par les progrès que lui doivent les industries résinières du Sud-Ouest, il s'assure, avec ce beau livre où sont traitées les plus hautes spéculations de la science chimique moderne, une place privilégiée parmi les maîtres de ce temps. »

Ainsi s'exprime M. Urbain dans l'importante préface qu'il a écrite pour le livre de M. Vèzes et à laquelle nous souscrivons sans réserve. Nous avons pris à la lecture de ce livre le plus vif intérêt et nous en avons tiré le plus grand profit.

L'auteur expose successivement, avec beaucoup de clarté et un très grand talent d'exposition, l'ensemble des questions qui forment, à l'heure actuelle, ce qu'on peut appeler la chimie physique classique : 1° les atomes et les molécules; 2° l'électrochimie; 3° la vitesse des réactions; 4° les équilibres chimiques.

Ce qui nous paraît distinguer surtout les *Leçons de chimie physique* de M. Vèzes, c'est le souci de précision qui s'y manifeste à chaque page. Toutes les expériences décrites y sont calculées complètement, toutes les lois énoncées sont appelées à un exemple concret qui montre

nettement l'écart entre la prévision théorique et l'expérience. Les lecteurs qui auront suivi l'ouvrage de M. Vèzes, comme il convient, la plume à la main, en refaisant tous les calculs, n'en retiendrons pas seulement l'énoncé des lois et quelques généralités sur leurs conséquences, ils y apprendront, ce qui est beaucoup plus difficile, à appliquer correctement ces lois à tous les cas particuliers que la pratique leur posera. A. Bc.

L'Economie antique, par J. Toutain. In-8° de la *Bibliothèque de synthèse historique* dirigée par Henri Berr. Paris, La Renaissance du Livre, 1927.

L'économie antique étudiée par J. Toutain dans ce beau livre, d'une saine et sûre méthode, c'est l'économie du monde gréco-romain, depuis les temps homériques jusqu'aux invasions barbares. Cette période est celle de l'antiquité classique, que nous n'avons longtemps vue, par la faute des historiens, que sous l'aspect politique, oratoire, intellectuel et artistique; aujourd'hui, l'érudition nous la fait voir autrement; nous apprenons à connaître, autant que faire se peut, les genres de vie, le trafic, la création et le développement de la richesse; la Grèce et Rome ne nous paraissent plus comme des écoles de rhéteurs, mais comme des foyers de civilisation où l'éclat des lettres et des arts a été conditionné, comme il le fut et le sera partout, par le bien-être matériel : croissant avec lui, diminuant avec lui. Il n'est pas aisé de réunir les matériaux d'une telle démonstration, épars dans les historiens, dans les poètes, dans les écrivains de toute espèce, dans les textes d'inscriptions et dans les ruines. Toutain a réussi à merveille à grouper les faits probants en éliminant les légendes. Un tel travail présente une utilité de premier ordre pour la science moderne, toujours portée à penser, en matière sociale comme ailleurs, que le monde est né avec elle. L'économie du monde antique nous fait voir la profonde identité entre les conditions primitives de la création de la richesse dans toutes les sociétés. Ces conditions se résument en deux mots : propriété individuelle et liberté. Selon Toutain, et contrairement à l'opinion de nombreux sociologues, le monde antique n'a jamais connu, même aux débuts de son histoire, la propriété collective que la sociologie a tendance à placer à l'origine des sociétés. Je crois que Toutain a raison; mais on peut observer que sa démonstration ne résout pas le problème, car la société homérique était déjà fort développée et subissait l'empreinte d'un long passé, nous le savons de mieux en mieux : ce n'était pas du tout une société primitive. Quant au rôle bienfaisant de la liberté, ce qui s'est passé lors de la décadence de l'empire romain l'illustre à merveille : ce sont les règlementations abusives et tyranniques et la continuelle intervention de l'Etat qui ont, bien plus que les invasions barbares, ruiné l'économie antique. A côté des rapprochements instructifs entre l'économie antique et l'économie moderne, rapprochements qui tiennent à la *permanence* profonde de la nature humaine, il convient de noter les différences très accentuées liées à l'évolution intellectuelle et sociale, ces différences qui font que l'histoire ne recommence jamais. Toutain insiste avec force sur une différence essentielle : l'absence du machinisme dans l'antiquité, ou pluôt l'arrêt total de son développement, dû à l'esclavage; il y a d'autres différences qu'il note fort bien; il y en a une sur laquelle il eût pu, selon moi, insister davantage, c'est que l'ordre de grandeur des phénomènes étudiés est tout autre dans l'antiquité que ce qu'il est de nos jours. Production, industrie, commerce, luxe, richesse, bien-être, cela signifie, du temps de la Grèce et de Rome, tout autre chose qu'aujourd'hui, et le plus souvent, quelque chose qui nous paraîtrait fort mesquin. Le port de Délos, un des centres principaux du commerce maritime à la fin du IIe siècle avant notre ère, avait un développement de quais de 800 mètres au plus; le port actuel de Marseille a plus de 35 kilomètres; les plus gros bateaux de Délos jaugeaient 360 tonnes, les nôtres, rien que dans la Méditerranée, au moins 20.000. C. Vallaux.

Essais de Psychanalyse, par le Dr S. Freud, professeur à la Faculté de Médecine de Vienne. Traduit avec l'autorisation de l'auteur par le Dr S. Jankélévitch. In-8° de 320 pages. Payot, éditeur. — Prix : 20 francs.

Ce volume renferme cinq mémoires très divers par la date de composition comme par l'importance. Celui qui concerne « la psychologie collective et l'analyse du moi » a déjà été publié à part et nous en avons rendu compte ici même. Dans « au-delà du principe du plaisir » et dans « le moi et le soi » Freud fait effort pour raccorder sa doctrine avec des conceptions biologiques dont le moins qu'on puisse dire est qu'elles sont souvent nuageuses et témoignent d'un verbalisme déconcertant. En face des instincts de vie, réductibles comme on sait aux tendances érotiques, il est fait appel à un instinct de mort dont la nature n'apparaît pas très clairement; guère mieux définis les rapports mutuels entre ces trois entités : le moi, le super-moi et le soi, en lesquelles se résoudrait notre personnalité. On trouvera plus d'intérêt, sinon plus d'originalité, dans les « considérations actuelles sur la guerre et sur la mort », écrites en 1915, et où le thème du retour aux instincts primitifs de l'humanité reçoit des applications topiques. On lira avec plus d'intérêt encore le dernier essai, où Freud retrace avec simplicité et non sans verve les étapes du mouvement dont il fut l'initiateur : chemin faisant il distribue les blâmes et les critiques à ses adversaires, dont plusieurs furent ses anciens amis. *Fluctuat nec mergitur*, dit l'épigraphe. Sans vouloir ironiser sur le choix de l'emblème, il faut bien constater que les voies d'eau apparaissent nombreuses dans le bateau freudien et qu'elles sont le fait de l'équipage.

R. T.

Traité pratique sur la construction du moteur à explosions, par R. Bardin, Ingénieur E. S. A. et E. S. M. E. In-8 de 156 figures avec 65 figures. Desforges, Girardot et Cie, éditeurs à Paris. — Prix : 15 fr

Ce traité pratique s'adresse aux constructeurs et aux ingénieurs des bureaux d'études auxquels il donne des notions utiles : sur la détermination des caractéristiques, sur le calcul des organes, sur la construction et les essais. M. Bardin, dont la compétence est indiscutable, s'est d'ailleurs borné au moteur classique à quatre temps égaux.

Ed. M.

Les moteurs d'embarcations, par A Grousset, Agent Technique Principal de la Marine, préface de R. Colin, Ingénieur du Génie Maritime. In-8° de 228 pages avec 147 figures. Desforges, Girardot et Cie, éditeurs, à Paris. — Prix : 25 fr.

Le dernier Salon nautique a montré tout l'intérêt des bateaux à moteurs. M. Grousset étudie, pour les moteurs à explosion et à combustion, chaque organe, sa constitution, son rôle, les réparations courantes et importantes, avec juste ce qu'il faut des notions théoriques. Son livre sera un guide pour le garagiste et surtout pour les propriétaires d'embarcations à moteur.

Ed. M.

Le Gérant : M. Hédan.

Imp. P. et A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL : LOUIS FRANCHET

N° 9 — 66e ANNÉE — 12 MAI 1928

L'INTUITION ET LE SYMBOLISME MATHÉMATIQUES

par **Georges BOULIGAND**
Professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers

J'ai montré, dans un article récent (1), comment l'intuition permet d'enchaîner des faits mathématiques étendus, et, notamment, quelques-uns de ceux qui sont à la base de nos connaissances usuelles. Un tel enchaînement est effectué *a posteriori*, pour soulager l'effort de qui veut se familiariser avec la science acquise. L'intuition y joue le rôle principal, mais nous n'avons pu éviter d'y considérer des équations, des opérations, en un mot, des éléments de nature combinatoire : l'aptitude à la combinaison joue, dans l'élaboration des mathématiques, un rôle d'importance comparable à celui de l'intuition. Je me propose d'étudier ici comment ces deux éléments de progrès sont susceptibles de s'influencer.

La forme établie vers laquelle se tournent d'instinct nos regards quand il est question de technique combinatoire, c'est l'algèbre telle qu'on nous l'a apprise à l'adolescence. Elle est le premier pas vers ce que Pierre Boutroux a dénommé *la conception synthétiste des mathématiques* (2). Ce premier pas,, qui a longtemps coûté, semble n'avoir été accompli qu'au IXe siècle de notre ère, par un savant de Bagdad, répondant au nom pittoresque de *Mohammed Ben Musa-Alkhwarizmy*, dont la finale est à l'origine du mot *algorithme*. Du titre de son ouvrage : *l'Al' djebr ou' al moukabalah*, nous est resté le mot *algèbre*. Il s'agit ici d'une méthode qui vise à être permanente, sûre et rapide : par contrecoup, et comme par une sorte de tribut payé à sa généralité, cette méthode sera purement formelle, vide de contenu. Du moins, nous assure Pierre Boutroux, sera-t-elle « applicable par tous et toujours, sans intervention de l'intelligence ».

Il a donc fallu un état d'esprit un peu particulier pour l'avènement de l'algèbre, et par là-même, on comprend le pourquoi de son apparition tardive. Sans doute, le détenteur d'un tel art, débarquant en temps utile sur les rivages d'Attique, eût-il provoqué parmi les philosophes grecs une stupeur admirative, semblable à celle de l'étudiant d'aujourd'hui qui, après avoir éprouvé le rendement plus ou moins hasardeux des théorèmes généraux de la Mécanique, apprend tout-à-coup qu'il existe, depuis Lagrange, une méthode uniforme permettant de traiter complètement, les yeux fermés, les problèmes sur l'équilibre et le mouvement des systèmes matériels les plus variés.

Si l'algèbre est apparue fort tard, du moins a-t-elle connu rapidement, dans l'enseignement,

(1) Aperçus intuitifs sur les Mathématiques Usuelles (*Revue Scientifique*, 12 mars 1927).

(2) L'Idéal Scientifique des Mathématiciens (Collection Emile Borel, Alcan), chap. II.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

une faveur marquée. Une circonstance particulière a d'ailleurs confirmé son succès et il est bon d'y insister un peu. Ce qu'on entend par *calcul algébrique* est un ensemble bien délimité, constitué par les quatre opérations fondamentales, les élévations aux puissances et les extractions de racines. Ajoutez-y le passage à la limite et vous passez, par un prolongement naturel de l'algèbre, au calcul infinitésimal usuel englobant les séries, la différentiation et l'intégration. De l'œuvre des Descartes, des Leibniz et des Newton, il est résulté que « le calcul », à ce degré d'extension, permet de résoudre les problèmes de géométrie. Rendu à ce stade, on pouvait donc avoir l'illusion, sinon d'un achèvement de la science mathématique, du moins, d'une délimitation parfaite de son domaine, délimitation assurément séduisante en matière didactique.

Et cependant, à l'heure actuelle, le champ du calcul s'est considérablement étendu. Non seulement, le calcul des imaginaires est devenu depuis longtemps monnaie courante, mais on a vu fleurir les quaternions auxquels ont succédé le calcul vectoriel, et plus récemment encore le calcul tensoriel et le calcul différentiel absolu. Et encore, cette énumération se limite-t-elle strictement aux algorithmes qui ont connu ou connaissent le plus de faveur.

Or, et tel est pour nous le point capital, l'apparition de ces techniques nouvelles, dont on a pu dire — au moins pour certaines d'entre-elles — qu'elles faisaient double emploi avec le calcul usuel, est un aspect de la réaction exercée par l'intuition sur le symbolisme mathématique. C'est ce que nous allons montrer par des exemples.

L'algèbre pure, telle que Pierre Boutroux nous la décrit, c'est-à-dire réduite à une méthode et considérée en dehors des applications, est l'idéalisation d'une tendance dont on s'est approché, sans jamais s'y tenir exclusivement. En fait, il y a eu sans interruption contact et rivalité entre intuitifs et partisans du calcul. Descartes, par sa méthode analytique, avait assuré aux uns une victoire éclatante ; mais il s'en trouva d'autres pour récriminer contre le recours aux axes, et les intermédiaires trop longs qui masquaient les véritables liens entre les prémisses et la conclusion. D'où une scission entre la géométrie élémentaire, où tout était clair, et ce qu'on appelait par opposition, encore tout récemment, les *mathématiques supérieures* : d'une manière plus ou moins consciente, on désignait par là une sorte de champ touffu, où l'on marchait souvent à l'aveugle.

Une réaction était-elle donc indispensable. D'ailleurs, le calcul proprement dit ne suffisait pas toujours. On pouvait (et de bonne heure) en donner les deux exemples suivants :

1° Les moyens élémentaires de l'algèbre permettent le développement d'un carré, d'un cube, ou même celui d'une puissance d'exposant donné de $x+a$. Mais, ils ne donnent pas la loi générale de formation de $(x+a)^n$, en faisant ressortir sa dépendance vis-à-vis de n.

2° Pareillement, on peut par les moyens ordinaires résoudre un système de plusieurs équations du premier degré contenant le même nombre d'inconnues. Peu importe que ce nombre soit élevé, si le calculateur est méthodique... et patient. Mais cela ne donne pas les lois générales permettant de former le résultat quelque soit n.

On voit ainsi surgir des problèmes qu'un examen grossier aurait pu tenir pour réductibles au calcul usuel. La résolution du premier par Newton, celle du second accomplie en deux étapes par Leibniz, puis Cramer, font un appel indispensable aux propriétés *purement combinatoires* de n quantités, c'est-à-dire celles qui concernent leur présence ou leur non présence dans certains groupes et leur situation mutuelle dans ces groupes, indépendamment de leurs valeurs numériques. Il a bien fallu se livrer à une étude systématique de ces propriétés ; la formation du tableau des arrangements ou du tableau des combinaisons devait précéder logiquement le calcul du nombre de leurs éléments. Si l'on était encore loin de la tendance moderne, suivant laquelle la formation même de ces tableaux mérite le nom d'opération (1), du moins était-on amené à introduire comme telle l'évaluation du nombre des éléments de l'un d'entre-eux. Mais, en écrivant ces tableaux, on revenait à la forme géométrique et on rouvrait la porte à l'intuition. Infailliblement, dans le problème très voisin des permutations, devait se présenter la nécessité de distinguer les deux cas suivants :

1° Les permutations rectilignes ou en chaîne ouverte, qui se présentent lorsqu'on cherche toutes les manières d'écrire, à la suite les uns des autres, les noms de n personnes.

2° Les permutations circulaires ou en chaîne fermée, qu'on voit intervenir dans la recherche de toutes les dispositions relatives possibles de n personnes autour d'une table ronde.

Ici, l'on voit apparaître des *relations de situation*, fondées sur les propriétés des lignes non altérées par une déformation continue, ce qui suggère des extensions, en passant à des modes de groupement attachés à des figures plus générales, polyèdres, réseaux, etc... Ainsi, se pose le problème sous sa forme actuelle et véritable, celle de la *Topologie combinatoire*.

Voilà donc un premier exemple qui montre

(1) Ne méritaient (encore tout récemment) le nom d'opérations que les élaborations conduisant en définitive à un nombre bien déterminé.

bien comment l'algèbre pure nous offre des occasions de nous écarter d'elle ! Un autre exemple, encore plus important par l'influence qu'il a exercée sur le symbolisme mathématique en général, est celui des *imaginaires*. A la suite de recherches sur la résolution par radicaux de l'équation du troisième degré, on s'aperçut (vers l'époque de la Renaissance) qu'il était indispensable d'introduire la racine carrée de —1 pour que la formule obtenue fût applicable à toute racine réelle : prenons par exemple l'équation

$$x^3 = 15\,x + 4$$

dont 4 est une racine ; la formule de résolution conduisait à écrire

$$4 = \sqrt[3]{2 + \sqrt{-121}} + \sqrt[3]{2 - \sqrt{-121}}$$

relation où l'on voit apparaître la racine carrée du nombre négatif —121 (1). C'est pourquoi l'on se mit à calculer sur les nombres $a + b\sqrt{-1}$, ou suivant la notation actuelle, a+bi, en conservant les règles usuelles et remplaçant seulement, à chaque occasion offerte, i^2 par —1. Cette tentative ne se justifia d'abord que par les conséquences exactes auxquelles elle conduisait. Parmi les plus remarquables, se révéla la formule de de Moivre

$$(\cos\omega + i\sin\omega)^m = \cos m\omega + i\sin m\omega$$

qui résolvait d'un seul coup le problème de la multiplication des arcs, indépendamment de l'entier m.

En prolongeant l'algèbre dans la voie des imaginaires, on était donc assuré de suivre une route propice aux applications ; mais on s'engageait sur un terrain où semblait compromise cette impression de sécurité qui régnait ailleurs. L'imaginaire apparut sous une jour mystérieux, tant qu'on ne fut pas à même d'en donner une représentation concrète. Rien n'était plus naturel : pour qu'une théorie mathématique, à une époque qui n'est pas encore très lointaine, passât pour rigoureuse, fallait-il que ses prémisses parussent évidentes, c'est-à-dire fussent susceptibles d'une représentation tangible. Par elle, on éloignait cette crainte : à force de déduire, se trouver, un beau matin, en face d'une contradiction. La légimité du calcul des imaginaires n'est pas le seul problème qu'on ait tranché par l'artifice d'une représentation avant d'en donner une solution purement rationnelle, la question de la cohérence logique des géométries non euclidiennes a évolué en passant par les mêmes phases : si nous n'avions pas à notre disposition les modèles de Cayley, de Klein-Poincaré et de Beltrami, pour la représentation du plan de Lobatchewsky, peut-être l'incertitude continuerait-elle à régner sur la validité du système propositionnel dont il est le support. Qu'on juge donc par là, soit dit en passant, de l'importance extrême de ces représentations pour la marche générale de la Science.

La représentation des imaginaires au moyen d'un point d'un plan, ou mieux d'un vecteur de ce plan, a été donnée vers 1800 par C. Wessel et J.-R. Argand. En voici les particularités les plus importantes pour notre objet :

1° L'addition d'un nombre complexe (1) indéterminé avec un nombre complexe donné est représentée par une tranlation de l'image du premier, avec un vecteur qui est justement celui du nombre complexe donné.

2° La multiplication d'un nombre complexe indéterminé par un nombre complexe donné est représentée par une *similitude*, ayant son centre au zéro du plan complexe : on entend par là une transformation qui s'obtient en composant une homothétie (dont le rapport est le module du multiplicateur) et une rotation (dont l'angle est son argument).

On s'expliquait ainsi la conservation des relations formelles, qui à l'exemple de la suivante

$$z(u + v) = zu + zv$$

sont à la base du calcul algébrique. Elle équivalait au fait géométrique suivant :

Les rapports formels régissant en géométrie plane les compositions entre similitudes concentriques et translations sont les mêmes qu'en géométrie de la droite pour les transformations de même nom.

Cela ne serait plus vrai si l'on s'élevait à la géométrie de l'espace et c'est pourquoi il n'y a pas d'imaginaire à trois dimensions, du moins si l'on entend sauvegarder les lois formelles du calcul. Il importe d'ailleurs de noter entre le cas de la droite (nombres réels) et celui du plan (nombres complexes) une différence essentielle. La relation « *situé entre* » du premier n'a pas son analogue en géométrie plane : trois points étant donnés sur une droite, il y en a toujours un qui se trouve entre les deux autres, ce qui veut dire qu'en cheminant dans un sens déterminé et sans arrêt à partir du premier, l'on doit nécessairement, quel que soit ce sens, rencontrer l'un des deux autres ; dans le cas de trois points d'un plan, on peut toujours cheminer en évitant cette rencontre. De cette différence fondamentale entre la Topologie de la droite et celle du plan, il découle (comme l'a remarqué

(1) Pour un historique complet de cette question, voir l'article de M. Çarton, tome I, vol 1, fasc. 3. de l'Encyclopédie des Sciences Mathématiques.

(1) Depuis Gauss, on désigne par *nombre complexe* tout nombre réel au imaginaire.

M. Hadamard) que *la notion d'inégalité ne s'étend pas des nombres réels aux nombres complexes*. Cela fait mieux comprendre la généralité obtenue, par l'introduction des imaginaires, dans le théorème fondamental de l'algèbre : *égalité du nombre des zéros d'un polynome à son degré ;* dans le champ réel, le nombre des racines était déterminé par des conditions d'inégalité ; on conçoit que la disparition des inégalités, qui accompagne le passage au domaine complexe, ait pour conséquence naturelle de faire disparaître les effets variés qu'elles engendraient dans le champ réel, pour nous conduire d'une Algèbre disloquée à une Algèbre permanente. Autrement dit, on met en évidence le rôle causal des inégalités.

Nous voici encore bien loin de l'Algèbre pure ! Et pourtant, chose paradoxale, nous avons mis notre point d'honneur à ne pas nous écarter de son symbolisme. Il a fallu certainment beaucoup de hardiesse pour rompre avec lui et pour introduire notamment l'idée de multiplication non commutative. En quoi cela pouvait-il être subversif ? Il s'agissait toujours au fond de la même crainte, plus ou moins avouée, de voir surgir des incompatibilités imprévues. Cependant, en 1843, paraissent les *quaternions* d'Hamilton ou symboles à quatre termes

$$t + ix + jy + kz$$

i, j, k, étant trois unités *sui generis* liées conventionnellement par les relations

$$i^2 = j^2 = k^2 = -1$$
$$ij = k = -ji$$
$$jk = i = -kj$$
$$ki = j = -ik$$

qui jettent un pont entre ce nouveau calcul et le calcul ordinaire. Cela paraît tout d'abord artificiel. Mais Hamilton justifia son symbolisme en montrant qu'il résolvait automatiquement la composition des rotations autour d'axes menés par l'origine dans l'espace lieu du point de coordonnées rectangulaires (x, y, z) : en faisant le produit de deux quaternions de la forme

$$\cos\varphi + \sin\varphi\ (i\alpha + j\beta + k\gamma)$$
$$(\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 = 1)$$

il prouvait qu'on obtient un quaternion de cette même forme et que la rotation ayant pour axe le nouveau vecteur (α, β, γ) et pour amplitude le double du nouvel angle φ était le produit des deux rotations associées de la même manière aux deux facteurs du produit. Cette interprétation assignait à i, j, k le rôle d'unités vectorielles deux à deux rectangulaires, et par elle, tout quaternion apparaissait comme l'union d'un scalaire et d'un vecteur. Le processus d'Hamilton conduisait donc indirectement à la formation de scalaires (comme $xx' + yy' + zz'$) ou de vecteurs (comme $yz' - zy'$, $zx' - xz'$, $xy' - yx'$) ayant une signification indépendante des axes, et par suite, il englobait notre calcul vectoriel : très peu de temps après Hamilton, Grassmann construisait une théorie des *quantités extensives* (c'est-à-dire, liées à l'étendue), qui donnait aux opérations vectorielles leur autonomie et préparait ainsi la voie aux idées actuellement et universellement admises en cette matière. Encore a-t-il fallu, pour leur triomphe définitif, l'éclosion des puissants courants d'idées qui prennent leur source dans l'œuvre de Maxwell pour aboutir aux doctrines relativistes. A leur tour, celles-ci ont mis en honneur les algorithmes du calcul tensoriel et du calcul différentiel absolu, qui sont sortis de mémoires isolés pour passer dans le domaine public.

Tous ces exemples concourent à nous montrer comment les images géométriques et les conceptions adoptées en physique affectent l'évolution du symbolisme mathématique. Par réciprocité, celui-ci est susceptible de régénérer l'intuition, et de permettre, là, où cesse la possibilité d'une vision directe, l'exercice de *l'intuition prolongée*. C'est ce que nous allons éclairer par de nouveaux exemples.

Descartes, par la méthode analytique, nous a permis d'établir une classification rationnelle des courbes et des surfaces, à la base de laquelle il convient, par raison de simplicité, de placer celles qui sont *algébriques*. Leur théorie s'identifie avec celle des systèmes d'équations algébriques, dont l'expression en toute généralité ne peut être donnée qu'en faisant intervenir des solutions infinies et des solutions imaginaires. Il était donc naturel d'introduire en géométrie des éléments fictifs, définis d'une manière purement algorithmique, mais ayant les mêmes propriétés formelles que les éléments réels de même nom : de la sorte, on a pu continuer à raisonner sous forme géométrique, et légitimer l'application à tous les cas de figure des déductions faites sur un cas où tous les éléments essentiels de la démonstration sont réels : lorsqu'un tore coupe son axe, une inversion faite de l'un des points d'intersection comme pôle le transforme en un cône de révolution, ce qui, dans un cas de figure, permet de déduire les propriétés du tore de celle d'un cône ; les résultats ainsi obtenus seront entièrement généraux. C'est ce que Poncelet appelait le *principe de continuité* et qu'il vaudrait mieux appeler le *principe de conservation de la forme*, car s'il est vrai qu'on peut passer continument d'un cas de figure à un autre, ce qui garantit la généralité des résultats, dans des exemples analogues au précédent, c'est la communauté, à tous les

cas de figure possibles, de la suite de relations algébriques fournissant la solution cartésienne dans le cas traité directement.

Voilà donc un exemple d'intuition prolongée. Mais, on peut en citer bien d'autres. Après avoir étudié les systèmes algébriques contenant au plus trois inconnues et trouvé dans la géométrie ordinaire, à deux ou à trois dimensions (élargie dans la voie précédente) une forme adéquate à la synthèse des propriétés de ces systèmes, on ne pouvait s'arrêter sans regret. On a élaboré la géométrie à un nombre quelconque de dimensions et cette construction s'est montrée extrêmement féconde, en donnant un support imagé à des généralisations que leur aridité eût rendues impraticables. Comme cela va de soi, l'image n'est plus directe, elle se rapporte aux objets analogues des espaces à une, deux et trois dimensions : la conception de la géométrie à n dimensions procède donc simultanément de l'aspiration de notre esprit aux représentations concrètes et de son aptitude au raisonnement récurrent.

On voit bien maintenant ce qu'est l'intuition prolongée. Elle ne s'exerce qu'à la faveur de constructions et de coordinations préalables, au cours desquelles tous les aspects de l'activité mathématique ont été mis en œuvre. Il n'est pas d'exemple plus instructif à cet égard que celui des géométries non euclidiennes. L'idée d'une géométrie en contradiction avec le postulatum des parallèles a d'abord été contraire à l'intuition : les premières tentatives pour l'élaboration d'une telle géométrie ont révélé des propriétés qui semblaient paradoxales, en raison des habitudes acquises. « Aussi, des esprits subtils n'ont-ils pas manqué d'en prendre texte pour s'élever contre les doctrines de Lobatchewsky, Bolyai, Riemann, afin d'en conclure ensuite, par voie d'exclusion, la vérité du Postulatum d'Euclide, indémontrable par les moyens directs » (1). Il y a donc eu nécessairement une période d'incertitude, où les grands maîtres eux-mêmes évitaient de s'engager d'une manière trop formelle. Elle a cessé du jour où des représentations concrètes nous ont montré la possibilité de prélever les théorèmes non euclidiens sur la géométrie euclidienne elle-même.

(1) P. Barbarin. La Géométrie non euclidienne. Gauthier-Villars, *Scientia* (Nouvelle édition complétée par A. Buhl).

Depuis le jour mémorable où le plan de Lobatchewsky a donné à H. Poincaré une vue d'ensemble très nette de la théorie des groupes fuchsiens, les géométries non euclidiennes n'ont cessé d'offrir, à l'exercice de l'intuition prolongée, des occasions chaque jour plus nombreuses. Par exemple, tout problème relatif au mouvement d'un système matériel à liaisons holonomes, sans frottement, indépendantes du temps, respectant la condition des travaux virtuels, peut se ramener à un problème de dynamique du point dans un espace riemanien dont le nombre de dimensions est celui des degrés de liberté du système et dont la métrique se détermine d'après la force vive : il se ramène même à la détermination des géodésiques d'un autre espace du même genre quand les forces dérivent d'une fonction potentielle indépendante du temps. Les spéculations de ce genre font pressentir les théories d'Einstein.

En résumé, il y a en nous-même deux aptitudes bien distinctes, l'une à prélever sur le concret, par intuition, des éléments susceptibles d'acquérir la forme mathématique, l'autre à combiner ces éléments. De ces tendances, l'intuition détient une priorité marquée, l'autre ne s'exerce qu'après coup, pour organiser le terrain conquis, pour grouper les résultats et les faire rentrer dans le cadre du calcul : c'est pour cela que l'Algèbre est apparue longtemps après la Géométrie. Par l'ordre qu'elle apporte, l'Algèbre régénère sans cesse l'intuition et facilite la conquête de vérités nouvelles. Mais elle en subit à son tour le contrecoup : des considérations d'opportunité et de fréquence déterminent la codification de nouveaux processus opératoires et un développement correspondant du symbolisme. Cela explique qu'en matière de symbolisme, la mode puisse intervenir. Mais le fond même de nos spéculations en est peu affecté : quoi qu'on fasse, on reste toujours dans cet Univers englobant les transformations (au sens le plus général) et leur composition ; nous y sommes sur la planète de l'algèbre classique et de là, nous nous accoutumons à rayonner progressivement vers les mondes les plus voisins. L'intuition nous permet de les deviner, elle rapproche de nous ceux où nous trouverons les meilleurs éléments d'adaptation à la réalité scientifique.

GLOZEL??

par L. FRANCHET

I

Le 12 novembre 1926, j'ai publié dans cette *Revue* un article montrant que, contrairement à l'opinion exprimée, d'une part par MM. Salomon Reinach et Espérandieu à l'Académie des Inscriptions, puis par M. le Dr Morlet, et, d'autre part par M. Depéret, à l'Académie des Sciences, le gisement de Glozel, ne pouvait pas être attribué à l'époque néolithique et ne remontait certainement pas *au-delà* du Ier siècle avant notre ère. M. Camille Jullian, avait, de son côté, déclaré devant l'Académie des Inscriptions, dès le début de cette affaire, que la date devait en être placée vers le IIIe siècle de notre ère.

Le 24 décembre 1927, dans un second article, je m'étais borné à démontrer que contrairement à l'extraordinaire hypothèse émise par M. Depéret, le four à fritter trouvé à Glozel (four qui contenait encore du verre et des débris de creusets) ne pouvait avoir servi de four crématoire.

Dans ce nouvel article, je veux surtout développer les conclusions auxquelles j'ai été amené relativement à la question de Glozel, considéré *avec raison* par M. Camille Jullian, comme lieu de sorcellerie. Il s'est appuyé sur la nature des objets découverts et plus spécialement sur l'épigraphie, tandis que j'ai recherché les origines des symboles magiques trouvés à Glozel (1).

***

Je crois qu'il n'est pas exagéré de dire que les races humaines sont aujourd'hui divisées en deux grandes familles ennemies : les glozéliens et les antiglozéliens.

Etre glozélien intégral, entraîne l'obligation absolue de considérer le gisement de Glozel comme appartenant à l'époque néolithique, *alors que tout prouve qu'il ne l'est pas*, comme je l'ai déjà montré en 1926 et comme je le montrerai mieux encore tout à l'heure.

Je ne suis donc pas Glozélien.

Etre antiglozélien intégral, c'est moins compliqué puisqu'il suffit d'affirmer que tout est faux.

Primitivement l'antiglozélien était celui qui n'acceptait pas la théorie erronée de « Glozel néolithique ». A ce point de vue, j'étais et suis resté antiglozélien « indépendant », mais à ce point de vue seulement, car, en ce qui concerne l'authenticité, je conserve l'attitude impartiale que j'ai toujours eue.

Jamais, du reste, je n'ai voulu appartenir à un parti quelconque, c'est-à-dire subir une tyrannie qui oblige toujours à accepter, toutes les idées, tous les dogmes, toutes les erreurs de ce parti, qui oblige trop souvent à nier les vérités les plus évidentes.

II

Authenticité ou non authenticité des objets.

Les trouvailles faites à Glozel ont, dès le début, éveillé les soupçons d'un grand nombre d'archéologues au point de vue de l'authenticité.

Ce doute au sujet de l'authenticité ne tarda pas à faire naître les polémiques les plus violentes, qui transformèrent une question d'ordre purement archéologique, en un véritable scandale qui chaque jour s'amplifie.

*

Commission antiglozélienne. — En 1927, lors du Congrès de l'Institut international d'Anthropologie, un antiglozélien et un glozélien proposèrent la désignation d'une Commission qui serait chargée d'étudier le gisement au point de vue de l'authenticité.

Cette Commission fut nommée, mais dans des conditions telles, que ses décisions ne pouvaient être acceptées qu'avec les plus expresses réserves.

En effet, élue par les antiglozéliens et uniquement composée de membres appartenant au parti, ne comptant, par conséquent, aucun représentant de la partie adverse, ses décisions ne sauraient avoir plus de valeur qu'une Commission composée de glozéliens. On ne peut être, à la fois, juge et partie.

(1) Ce travail est extrait de deux Conférences faites, l'une le 8 mars 1928 à Genève, sous les auspices de la Société d'Art et d'Archéologie, l'autre le 15 avril, à Blois sous les auspices de la Société d'Histoire naturelle de Loir-et-Cher.

Je tiens à exprimer ici mes remerciements à M. Deonna, directeur du musée d'Art et d'Histoire, à la Société d'Art et d'Archéologie, ainsi qu'aux archéologues Génevois, pour l'aimable accueil que j'ai reçu à Genève.

Mes remerciements les plus vifs vont également à M. Florance, président de la Société d'Histoire naturelle de Loir-et-Cher qui avait organisé la Conférence de Blois.

Enfin, la Commission n'ayant, paraît-il, qu'à examiner les fraudes qui pouvaient avoir été commises sur le terrain (introduction d'objets), *aucun technicien* ne lui a été adjoint, ni *aucun épigraphiste*, puisqu'elle n'avait pas à se prononcer sur le mobilier, ce qui cependant était le point capital, celui par lequel on aurait dû commencer, car si les objets étaient faux, il devenait bien inutile de rechercher dans la couche archéologique comment ils y avaient été introduits.

On peut donc s'étonner qu'elle ait, dans son Rapport, assez confus du reste, émis des avis sur l'authenticité des objets trouvés dans la fouille, avis qui sont parfois inacceptables en raison de certaines erreurs de technique.

Je n'analyserai pas ici le Rapport, car il me faudrait entrer dans de longues explications techniques qui ne seraient que la répétition de ce que j'ai écrit depuis plus de vingt ans.

Il y a cependant une erreur que je veux relever, car elle est en contradiction formelle avec un fait dûment constaté, ce que ne pouvait ignorer aucun des membres de la Commission (1).

La Commission (page 21 du Rapport) recherchant les raisons qui militent en faveur de la non-authenticité des objets, dit, notamment, au sujet des os : « On ne voit pas pourquoi dans des sépultures considérées comme non violées, deux molaires ont subsisté, parfaitement conservées, alors que les autres dents ont toutes été totalement dissoutes ».

On voit toute l'importance que possède cette question de la dissolution des os dans les sépultures.

Le fait signalé par la Commission, et qui la plonge dans un si grand étonnement, est très normal. Je l'ai plusieurs fois constaté au cours

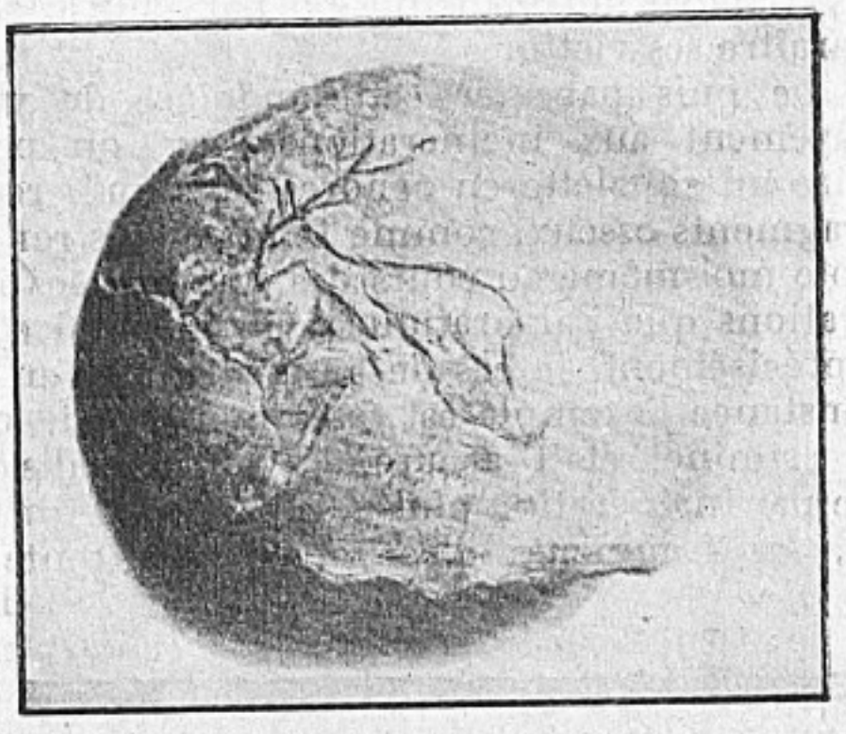


Fig. 87. — Cervidé du gisement romain de Baarburg (Suisse) (*D'après Reverdin*)

de mes fouilles, et je l'ai étudié tout particulièrement dans la Grotte sépulcrale de Thiverny (Oise), où cependant, les dents et les os auraient dû *théoriquement* se conserver. Les résultats de cette étude ont servi de base à mon travail sur la dissolution des os. J'ai conservé dans ma collection les os et les dents, très altérés, que j'ai recueillis et qui étaient à la disposition de la Commission, comme je le lui ai fait dire par un de ses électeurs, le Dr Capitan, afin qu'elle puisse avoir des types de comparaison qui, du reste sont à la disposition de tous les préhistoriens antiglozéliens ou glozéliens.

Fig. 88. — A gauche, Bufflesse indoue. — Au centre, Bovidé de Glozel. — A droite, Bufflesse annamite (2)

La Commission a préféré se tenir dans le domaine des hypothèses.

La question des os ayant tenu une grande place dans les discussions glozéliennes, je me permets d'appeler l'attention de la Commission sur un passage de son Rapport. Là encore, je suis en contradiction avec elle.

Elle dit que la poudre d'os trouvée à Glozel ne renfermait pas d'os calcinés et que « si parfaite que puisse être la combustion d'un corps, on retrouve toujours, même encore aujourd'hui, avec les perfectionnements dont disposent les

(1) Tous, en effet, connaissent le travail que j'ai donné au Congrès de Prague en septembre 1924, sous le titre « *Sur la dissolution des os et des dents dans les sépultures préhistoriques* ». Il a paru quatre mois après dans l'organe de l'Institut international d'Anthropologie, *La Revue Anthropologique*, où mes collègues ont pu le lire. J'ai, en outre, distribué un grand nombre de tirages à part. Voir : *Revue Anthropologique*, XXXV, 1925.

(2) D'après le *Bulletin économique de l'Indo-Chine*, 1926.

fours crématoires modernes, quelques fragments du crâne, des os longs, de la mandibule, des dents. Landru lui-même n'a pu parvenir à faire disparaître ses victimes ».

Je ne puis partager cette manière de voir relativement aux incinérations, car, on peut réduire un squelette en cendres sans qu'il reste de fragments osseux, comme je m'en suis rendu compte moi-même au cours des nombreuses incinérations que j'ai pratiquées lorsque j'ai étudié, précisément, le cas de Landru, dont, en la circonstance l'exemple est assez mal choisi.

Le criminel était accusé d'avoir fait disparaître par incinération plusieurs de ses victimes.

Or, les fragments d'os retrouvés furent si

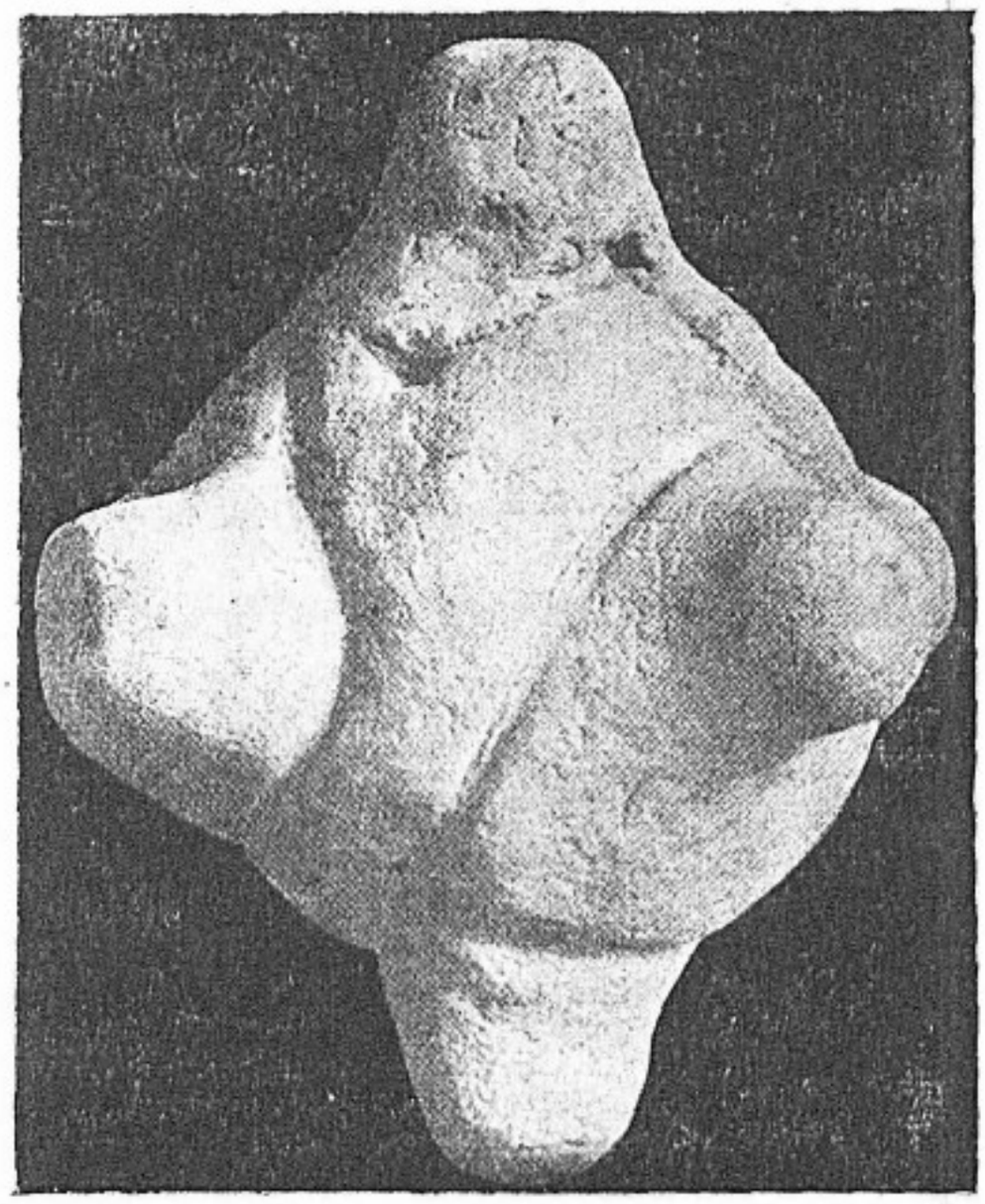


Fig. 89. — Bobine en terre cuite, Glozel
(D'après Dr Morlet et Fradin)

rares et si minimes, que s'il n'y avait pas eu d'autres preuves de sa culpabilité, il se peut fort bien qu'il eût échappé au châtiment.

Landru, en effet, s'était placé, sans le savoir, dans les conditions voulues pour qu'il ne restât rien que des cendres faciles à faire disparaître. La technique empirique qu'il a employée par hasard s'est trouvée être exactement celle qui ne laisse subsister, que peu ou pas, de débris osseux.

J'ai reconstitué cette technique et me suis rendu compte expérimentalement des conditions dans lesquelles les os pouvaient se réduire complètement en cendres.

Quant aux incinérations opérées dans nos fours crématoires perfectionnés, il est impossible, en raison du mode opératoire particulier que l'on emploie, d'obtenir autre chose qu'un mélange de cendres avec de nombreux fragments d'os.

Je ne crois pas qu'il soit possible d'opérer autrement, car, il importe d'épargner aux familles un spectacle pénible.

Le fait que, en la circonstance, le Rapport tend à donner comme une loi est donc très contestable.

La fin si prématurée de Landru est fort regrettable pour la Commission, car celle-ci eût vraisemblablement fait appel à ses connaissances techniques, bien qu'elle ne reconnaisse pas la perfection de son travail.

Je bornerai ici les réflexions que m'a inspirées la lecture du Rapport, quoique je sois en désaccord avec la Commission sur d'autres points.

Comité d'études glozélien. — Les glozéliens n'ont pas accepté, comme il fallait s'y attendre, les conclusions du Rapport de la Commission.

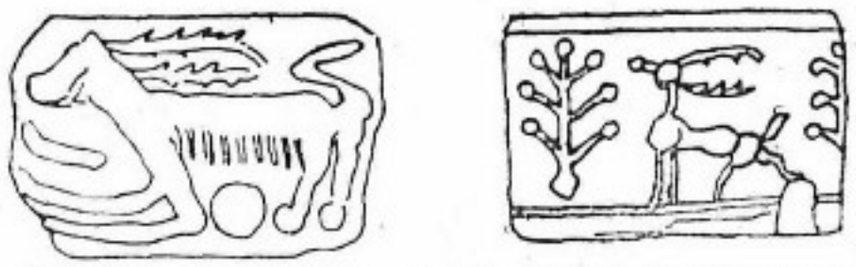


Fig. 90. — Cervidés schématisés (Asie Mineure)
(D'après Contenau)

Ils y ont répondu en nommant une autre Commission qu'ils ont appelée « Comité d'Etudes ».

Celui-ci fut exclusivement composé de glozéliens : la partie adverse, comme dans la Commission antiglozélienne, n'était pas, bien entendu, représentée.

Les antiglozéliens avaient à juger leurs adversaires, tâche bien lourde, tandis que les glozéliens n'avaient à juger qu'eux-mêmes, tâche très légère.

Le Comité glozélien a rendu son jugement qui, naturellement, conclut à la parfaite authenticité du gisement et des objets.

En tous les cas, il y a un fait bien curieux à signaler, c'est que tous les objets trouvés à Glozel appartiennent au rituel magique et correspondent par conséquent d'une façon très exacte aux inscriptions déchiffrées par Camille Jullian.

Par conséquent, si ces inscriptions et ces objets sont faux, le faussaire ne peut être qu'un érudit fort bien documenté, comme je le montrerai mieux tout à l'heure, en parlant de l'origine de ces symboles magiques.

***

Depuis deux années, ce problème de l'authenticité des pièces se pose. Les Commissions ou Comités n'ont pas, jusqu'ici, apporté des preuves convaincantes, pour ou contre, puisque chaque clan agissant individuellement, est comme je l'ai dit, juge et partie (1).

Toute cette agitation stérile menée autour de l'authenticité de Glozel, montre l'impuissance des méthodes surannées que les archéologues et les préhistoriens se transmettent pieusement d'une génération à l'autre.

La question est simple à résoudre ; il n'est point besoin de Commissions, de Comités, d'exhibitions photographiques, de tout ce tintamarre ridicule qui peut être nécessaire lorsqu'il s'agit de lancer une affaire commerciale, mais

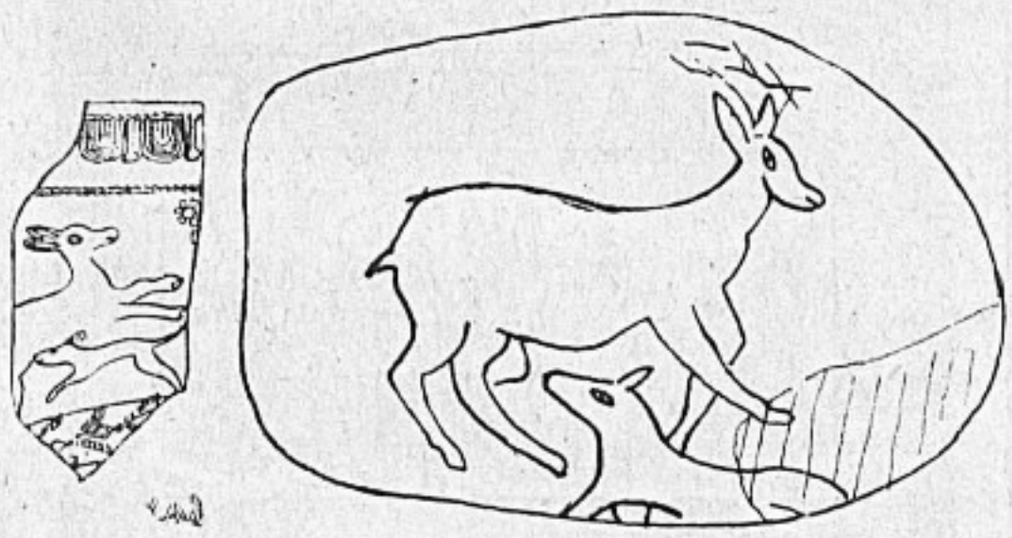


Fig. 91. — A gauche, moule romain.
A droite, galet de Glozel
(*D'après C. Jullian*)

qui doit s'arrêter au seuil du domaine scientifique.

L'authenticité de Glozel est loin d'être un problème insoluble, je crois d'autant mieux pouvoir le dire que depuis plus de 30 ans que je me suis consacré à l'étude des techniques primitives j'ai eu à résoudre des problèmes certainement plus difficiles.

Invité en 1926 à me rendre à Glozel, j'ai cru devoir m'abstenir, l'étude ne pouvant se faire qu'à la condition de prélever certains objets en vue de leur examen au laboratoire.

C'est pourquoi, je me suis toujours refusé à formuler un avis sur l'authenticité. Je ne puis que répéter ici ce que j'ai toujours dit : s'il y a, à Glozel, des objets faux, il y en a aussi qui sont certainement authentiques.

La céramique qui tient à Glozel une place si considérable n'a pas, plus que tout le reste, été étudiée.

Glozéliens et antiglozéliens se sont bornés à réclamer inlassablement des analyses et encore des analyses. L'analyse passe, en effet, chez les

Fig. 92. — Empreinte de main sur une brique, à Glozel
(*D'après Dr Morlet et Fradin*)

archéologues et les préhistoriens, pour être la panacée universelle, bien qu'en réalité, je le sais par expérience m'étant moi-même, jadis, égaré dans cette voie, elle ne nous donne dans la plupart des cas que des renseignements très insuffisants, comme me l'ont confirmé les résultats des très nombreuses analyses que j'ai faites sur des objets préhistoriques. La technique de fabrication est infiniment plus utile à connaître, mais aussi beaucoup plus difficile à étudier.

On a beaucoup parlé des os trouvés à Glozel et de leur ancienneté. Les Glozéliens les ont soumis à l'analyse, mais au lieu de doser le fluor dont la teneur peut, seule, comme l'a

(1) A défaut de preuves convaincantes, il nous restera au moins une riche documentation photographique publiée par les journaux et nous montrant antiglozéliens et glozéliens dans les attitudes les plus diverses. Chez les antiglozéliens, nous voyons d'aimables pique-niques sur le bord de la Vareille ; par contre, chez les glozéliens, un des grands chefs du parti nous est montré sur la paille, dans un char attelé de deux bœufs, les invités entourent le char qui va se rendre (dit la Notice), au Champ des morts.

En outre, les cinémas projettent quelques vues de glozéliens.

montré Carnot et comme je l'ai rappelé aux préhistoriens dans mon mémoire sur la « *Dissolution des os et des dents* », nous donner une indication utile sur l'ancienneté de l'os, les recherches ont porté sur l'osséine, dont la teneur peut être plus faible dans un os jeune que dans un os plus ancien, ce que permet de comprendre facilement le processus de la décomposition de l'osséine.

III

La date du gisement.

Glozel a été comparé au Mas d'Azil, considéré comme la station-type du début du Néolithique,

Fig. 93. — Une main de la Grotte de Gargas
(D'après G. Goury)

avec sa stratigraphie particulière qui fait succéder directement la pierre polie à une époque intermédiaire, dite époque Azilienne, qui se placerait elle-même immédiatement après le Paléolithique.

Si le Mas d'Azil est en grande faveur auprès de la plupart des préhistoriens, c'est qu'il permet un enseignement dogmatique de la chronologie préhistorique.

Or, il semble bien que cette station célèbre ne date nullement du début du Néolithique, celui-ci étant représenté abondamment dans une partie de l'Europe et particulièrement en France, par l'industrie du Campigny qui est elle-même moins ancienne que celle que j'ai découverte en 1886, à Piscop, dans la Forêt de Montmorency (1), et qui nous a fourni, à Louis Giraux et à moi, un matériel extraordinaire, tant par la nature de l'outillage que par sa profusion, outillage nouveau se divisant en deux catégories bien distinctes : outils agricoles et outils à travailler le bois. Il y a absence totale de céramique et de pierres polies (1).

J'ai constaté également la présence de cet outillage dans plusieurs localités, en France et hors de France.

L'outillage de Montmorency (que Giraux et moi avons attribué à une époque *Montmorencienne*) ne renfermant jamais d'objets polis, et l'outillage de Campigny (époque Campignienne) sont incontestablement très antérieurs au polissage de la pierre, et, par conséquent, aux couches dites néolithiques du Mas d'Azil.

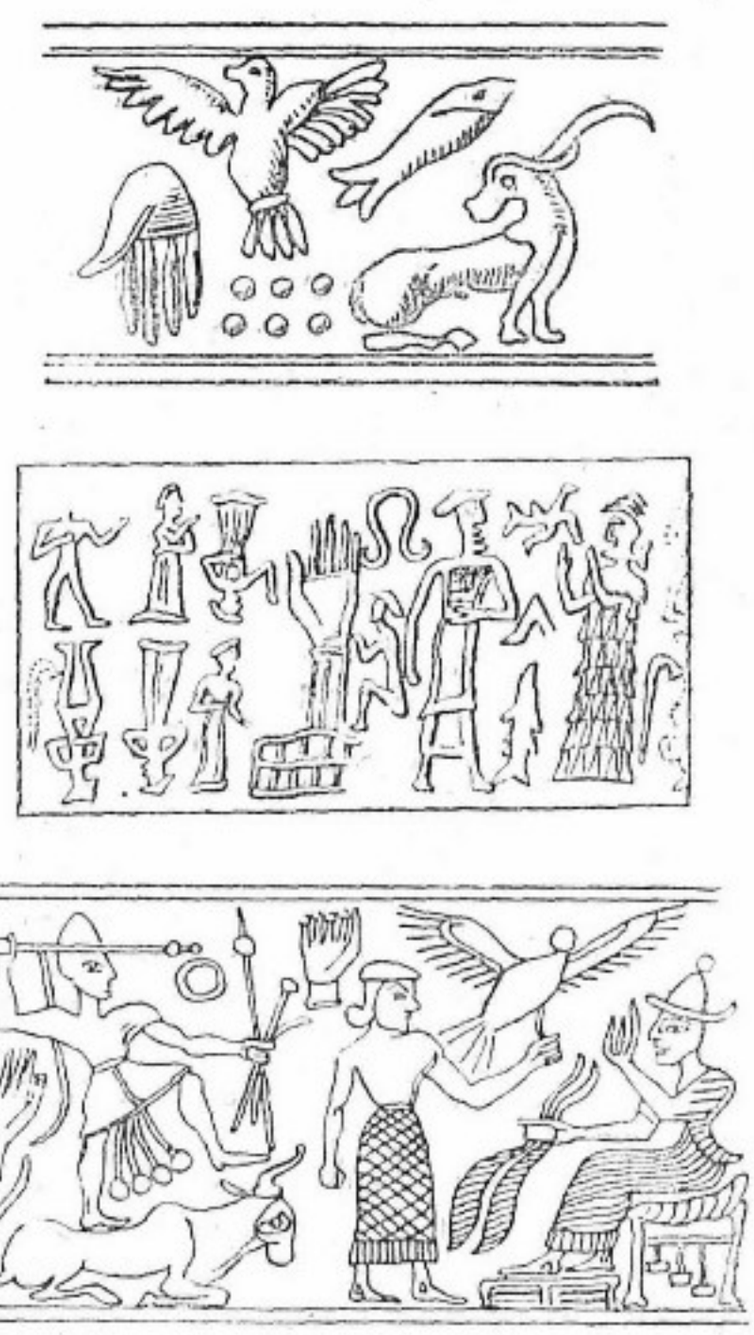


Fig. 94. — Mains sur les cylindres syro-hittites
(D'après Contenau)

Mais, ce n'est pas le moment de scandaliser les préhistoriens en touchant à l'arche sainte qu'est le Mas d'Azil, j'y reviendrai plus tard. Le scandale de Glozel suffit.

En tous les cas, je suis fermement convaincu que l'étude du Mas d'Azil aurait besoin d'être reprise sur d'autres bases.

(1) Contrairement à ce que l'on a prétendu récemment, il n'y a pas de fonds de cabanes campigniens dans la Forêt de Montmorency.

(1) L. Franchet. Sur un nouveau matériel industriel de l'époque néolithique (*C. R. Acad. des Sc.*, t. 176, 1923, p. 255).

L. Giraux. Sur la position géologique des ateliers néolithiques de la Forêt de Montmorency (*C. R. Acad. des Sc.*, t. 176, 1923, p. 526).

L. Franchet et L. Giraux. Les ateliers néolithiques de la Forêt de Montmorency. (*Ass. fr. p. l'Avanc. des Sc.*, Bordeaux, 1923, p. 642).

Les glozéliens ont attribué le gisement de Glozel à l'aurore de l'époque Néolithique en se basant sur ce fait que parmi les gravures sur briques ou sur pierres trouvées dans le gisement, il y avait des représentations de cervidés dont plusieurs, malgré leur imprécision, furent considérés tantôt comme des Rennes, tantôt comme des Daims, tantôt comme des Elans, mais que l'abbé Breuil désigna avec beaucoup plus d'exactitude sous le nom de « Cervidés généralisés ».

La présence du Renne offrait, en effet, un grand intérêt, puisqu'il plaçait le gisement au début du Néolithique.

Certains préhistoriens ont une tendance marquée à vieillir leurs gisements et à voir des Rennes dans ces figurations très primitives, pas-

Fig. 95. — Tablette glozélienne portant deux signes de l'échelle (*D'après Dr Morlet et Fradin*)

sablement schématiques, que l'on trouve jusque dans la période historique.

Un fait analogue à celui qui s'est passé à Glozel, a eu lieu récemment en Suisse.

Dans un milieu (où l'on a trouvé, du reste, des débris romains) situé à Baarburg, on découvre, en même temps que quelques os et pierres gravées, un fragment de calotte crânienne portant une gravure de cervidé. Ce cervidé, bien que d'un style imprécis, est cependant considéré par M. Tatarinoff comme étant un Renne, de sorte que le gisement se classait automatiquement dans le Paléolithique (fig. 87).

Notons, qu'avec cette gravure de cervidé, se trouvaient : une pièce en terre cuite, une perle en verre et une épingle en fer, c'est-à-dire des objets dont la seule présence interdisait toute hypothèse de Renne et, par conséquent, d'époque paléolithique.

M. Reverdin a, tout récemment, démontré que le gisement de Baarburg était, en réalité, d'époque romaine.

Si, j'ai cité ce fait, c'est parce qu'il est, en tous points, identique à celui qui s'est produit à Glozel, où nous nous trouvons également dans une station romaine.

Les animaux gravés de Glozel, sont d'un style si vague qu'il est bien difficile de leur attribuer une place déterminée dans les espèces zoologiques.

Un exemple, autre que celui des cervidés, nous en est fourni par la tête de bovidé, dans laquelle l'abbé Breuil a pensé voir une tête de

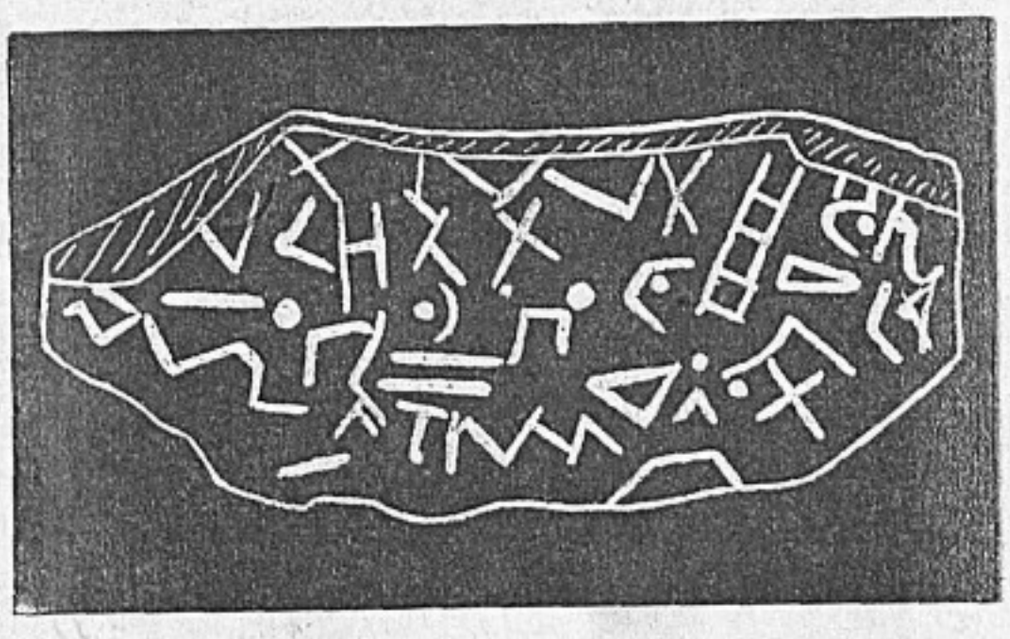


Fig. 96. — Tesson de vase d'époque romaine avec inscription portant le signe de l'échelle. Région d'Alvao (Portugal)

(*D'après Mendes Corrêa* dans *O Primeiro de Janeiro*)

Buffle femelle. Il a soumis le cas à M. Lavauden « qui y voit, dit M. Breuil, un Buffle indou, distinct de l'Arni dont les cornes sont toujours plus grandes. »

La présence d'un Buffle à Glozel que je considère comme étant d'époque romaine (je le montrerai mieux tout à l'heure), n'aurait rien eu de surprenant, car cet animal n'était pas rare en Gaule où il avait été introduit par les Romains. Cette présence était même de nature à renforcer l'hypothèse de la date réelle du gisement.

Quoi qu'il en soit, j'avoue que rien ne me rappelle dans le Bovidé glozélien, les Buffles de race indoue que j'ai vus si souvent en Egypte.

Dans la figure 88, j'ai indiqué non seulement la Buflesse indoue, mais aussi la Buflesse annamite, car l'abbé Breuil avait pensé qu'un groupe humain exotique d'origine peut-être indochinoise avait pu exister à Glozel.

*
* *

Dans l'article que j'ai publié dans cette *Revue* le 12 novembre 1926, j'ai montré, en m'appuyant sur des faits d'ordre technique, que le gisement de Glozel ne pouvait être néolithique et ne pouvait pas remonter au-delà du I^er^ siècle avant J.-C.

D'autre part, M. Camille Jullian se basant sur la nature de certains objets et sur les carac-

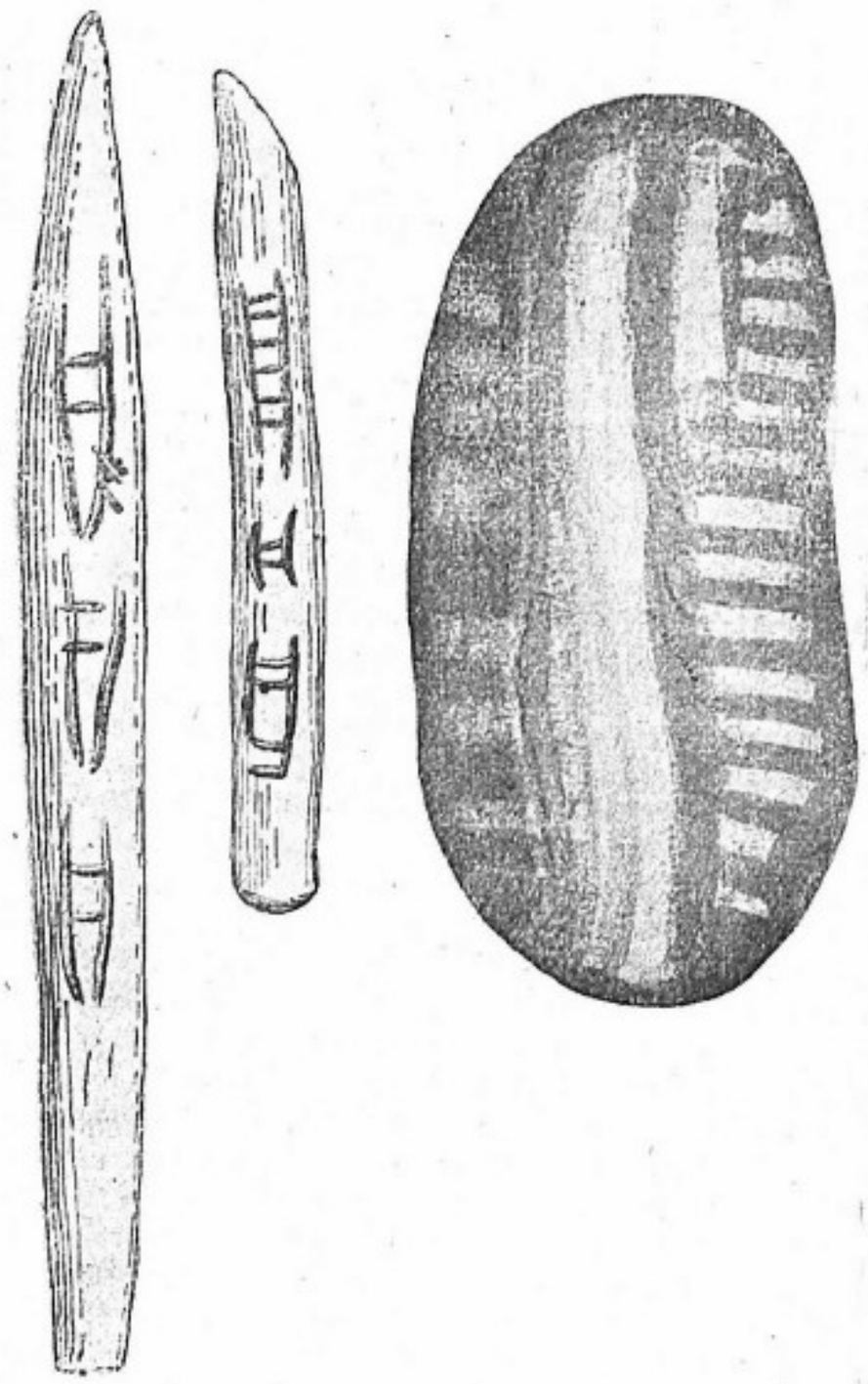


Fig. 97. — Signes scaliformes, à gauche, gravés sur os (La Madeleine et Gourdan, Dordogne), à droite, peints sur galet (Mas d'Azil, Ariège).

tères inscrits sur les Tablettes, le datait vers le II^e^-III^e^ siècle après J.-C.

Nous arrivions, par des voies différentes, à des résultats sensiblement concordants.

Au début des fouilles pratiquées à Glozel, les tablettes écrites furent étudiées par M. Jullian qui sans se heurter à de grandes difficultés, reconnut que les inscriptions représentaient des formules magiques en cursives latines, formules dans lesquelles « des signes étranges, mystérieux pour nous » se trouvaient entremêlés aux lettres ordinaires (*Revue des Etudes anciennes*). « Les inscriptions, dit-il, et les autres objets provien-nent de quelque *officina feralis* ou boutique de sorcière attenant à un *fanum* de source, ou rural, et il est amusant, devant ces débris de relire Apulée et Pétrone. Je parle, bien entendu,

Fig. 98-99. — Echelles sur les cylindres syro-hittites
(*D'après Contenau*)

des pièces authentiques et *in situ*. Car je suis obligé, et je le regrette, de dire qu'il y a des morceaux inquiétants ».

M. Jullian avait été amené, par la lecture des

Fig. 100. — Médaillon magique, Naples. (IV^e^ siècle ap. J. C.).
(*D après Déchelette*)

tablettes à faire quelques réserves sur l'authenticité de certaines d'entre elles, réserves qui se sont étendues ensuite à quelques objets.

Le savant épigraphiste est parvenu à déchiffrer toutes les tablettes qui ont été publiées et

celles dont le Dr Morlet lui a communiqué les photographies. Il a, du reste, déjà publié dans la *Revue des Etudes anciennes* plusieurs études sur la traduction des formules magiques de Glozel (Voir les années 1926-1927-1928).

Il a démontré que le matériel n'était constitué que par des objets parfaitement connus dans la magie antique et dont aucun ne représentait un objet nouveau.

M. Camille Jullian a classé les objets glozéliens en trois séries : « 1° les amulettes (avec ou sans inscriptions ; 2° les vases et autres objets ayant servi à des préparations ou opérations magiques ; 3° les pièces d'envoûtement, c'est-à-dire les simulacres des individus ou des membres humains contre lesquels étaient prononcées les formules de ligature. »

Au début de son étude sur Glozel, M. Jullian avait protesté avec force contre l'attribution du gisement à l'époque néolithique et l'avait classé nettement au gallo-romain, comme l'indiquaient l'écriture et les formules magiques.

Des clameurs d'indignation retentirent partout, aussi bien dans les milieux antiglozéliens que dans les milieux glozéliens. Nous ne saurons jamais, malheureusement, combien, parmi les protestataires, connaissaient suffisamment la sorcellerie de l'époque romaine pour pouvoir se permettre de critiquer ses conclusions.

M. Camille Jullian n'est ni glozélien, ni antiglozélien, de sorte qu'il peut conserver, au milieu du bouillonnement des laves glozéliennes, la complète sérénité qui convient au savant.

IV

Origine des symboles magiques de Glozel.

Au cours de la mission en Egypte et en Crète, dont j'avais été chargé en 1912, j'avais été amené à rechercher les rapports pouvant exister entre certains symboles d'ordre magique ou religieux que j'avais observés dans ces deux pays, et ceux de l'Asie Mineure, symboles dont nous retrouvons aussi des exemples non seulement dans les cavernes préhistoriques de l'Europe méridionale, mais aussi à l'époque historique.

Les représentations d'animaux, de personnages, de mains, de signes incompréhensibles pour nous, dont on observe une si grande abondance sur les parois des grottes, sur pierre ou sur os, avaient certainement un sens magique, tous les préhistoriens sont, je crois, d'accord sur ce point. Mais ces représentations disparaissent à l'époque néolithique pour apparaître de nouveau aux époques protohistorique et historique. Les traditions s'en étaient peut-être conservées.

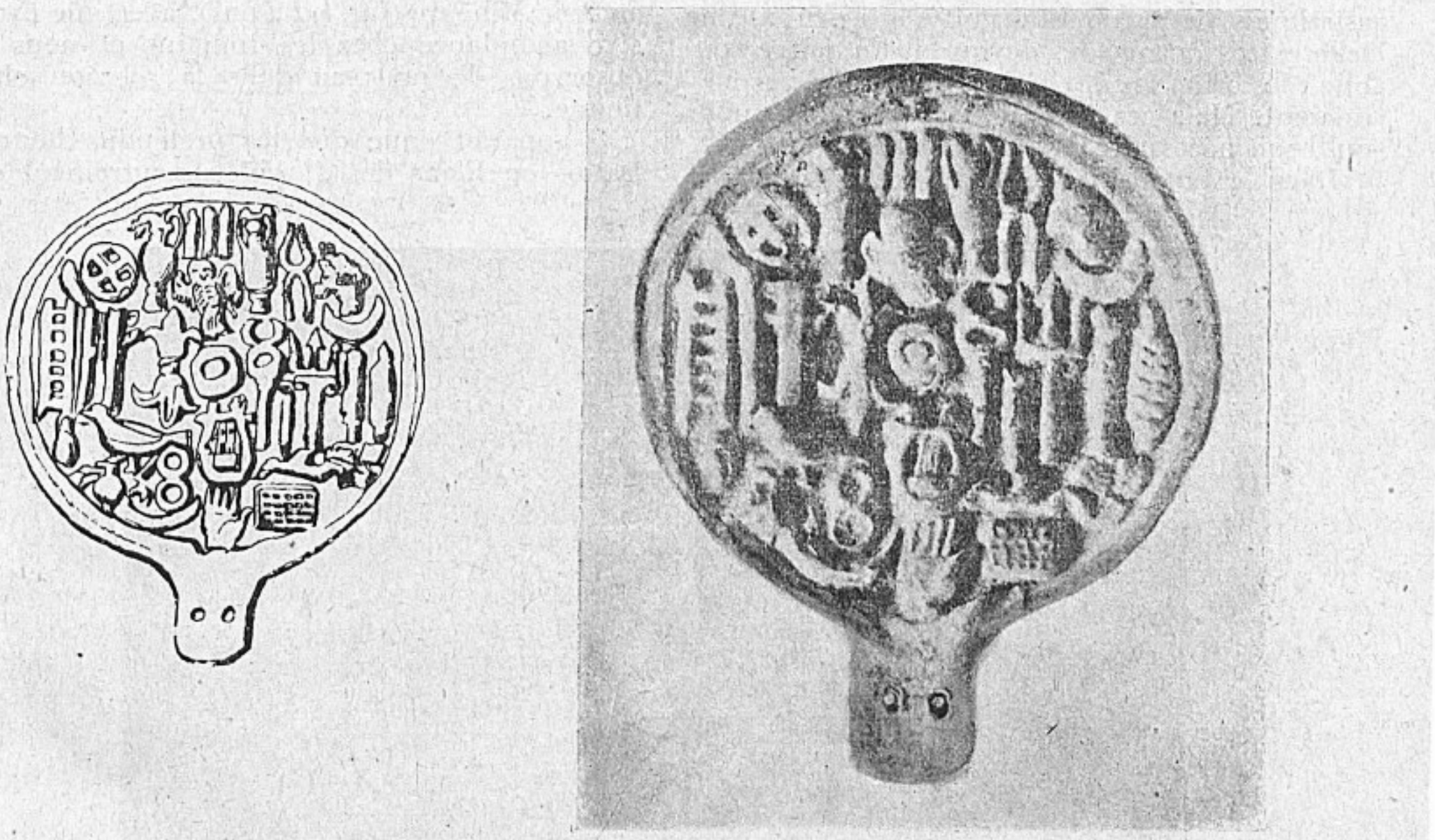


Fig. 101. — Médaillons magiques, Italie du Sud (IVe siècle ap. J.-C.).
A droite, photographie prise sur l'original, au musée de Naples, photographie qu'a bien voulu me communiquer M. C. Jullian. — A gauche, dessin exécuté d'après l'original, pour en faciliter l'étude (*D'après Déchelette*)

Lorsque M. Camille Jullian eût établi que le matériel de Glozel appartenait indiscutablement à la sorcellerie romaine, j'ai repris mes recherches antérieures, car théoriquement, au moins, si Glozel était romain, on devait pouvoir retrouver ses symboles magiques dans l'Orient méditerranéen.

C'est, en effet, vers le milieu du IIe siècle avant notre ère que la magie prit, aussi bien dans la capitale de l'empire romain que dans les provinces, une importance considérable par suite de l'apport, dû principalement aux sujets asiatiques, de pratiques occultes qui prirent une telle extension qu'elles devinrent un danger public : les officines de sorciers et de sorcières pullulaient. Mais ces faits sont trop connus pour qu'il soit nécessaire de s'y arrêter.

Dans le but de rechercher les origines asiatiques des symboles magiques glozéliens, je me suis adressé surtout aux ouvrages si richement illustrés de M. Contenau, et j'ai trouvé, particulièrement dans sa *Glyptique Syro-Hittite*, publiée en 1922, une documentation largement suffisante pour prouver que M. Camille Jullian avait entièrement raison en identifiant Glozel à un centre de sorcellerie romaine.

Bobines. — Mais avant de citer quelques exemples typiques, je veux dire quelques mots au sujet de ces objets que le Dr Morlet a appelé des *bobines* et, dont, je considère le spécimen figuré ici (fig. 89) comme authentique.

On peut voir sur la figure les sillons tracés dans la pâte fraîche par l'enroulement des fils, et à la partie supérieure deux perforations.

Je ferai remarquer que si ces objets étaient réellement des bobines destinées à conserver des fils, on n'aurait pu s'en servir alors que la pâte était encore fraîche. Il paraît beaucoup plus probable que les prétendues bobines sont des pièces d'envoûtement sur lesquelles, on a opéré des ligatures rituelles, au moyen de fils de laine : « l'acte de lier ou de nouer, comme l'a rappelé M. Jullian, était l'essence de la magie, et le fil de laine avait la particulière propriété de faire réussir l'opération » (1).

Cervidés. — Les représentations de cervidés sont extrêmement communes dans le rituel magique ou religieux des anciens. Nous le trouvons en Asie Mineure (fig. 90), puis, avec une excessive abondance chez les romains et nous les observons de nouveau dans la religion chrétienne.

Il apparaît donc que les prétendus Rennes, Daims ou Elans des glozéliens, autrement dit, les « cervidés généralisés » de l'abbé Breuil, ne sont comme tous les autres symboles trouvés à Glozel, que des représentations ayant été utilisées pour les pratiques occultes.

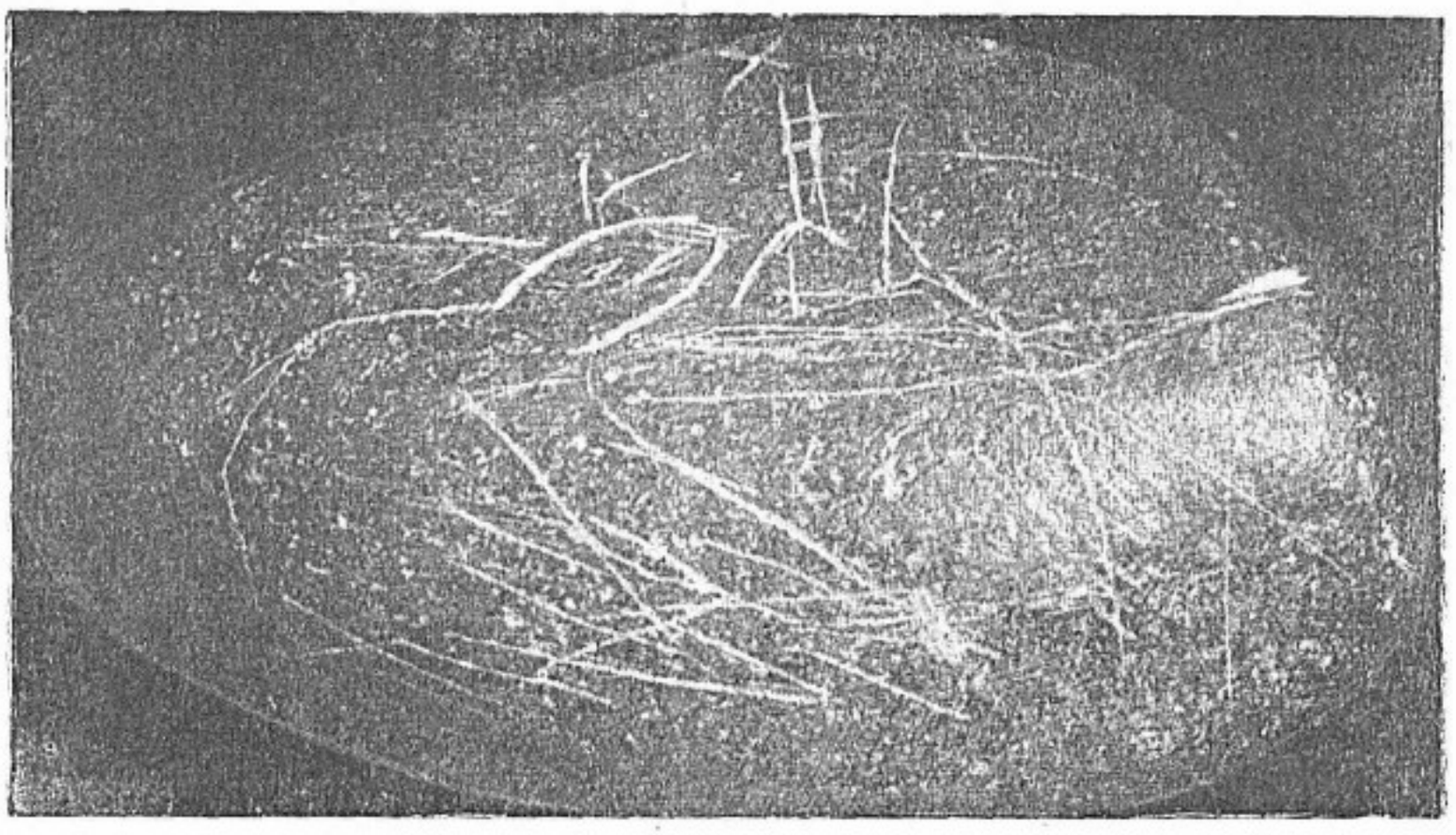


Fig. 102. — Le galet au poisson, Glozel (*D'après Dr Morlet et Fradin*)

L'identification de la biche au faon, de Glozel, a été faite par M. Camille Jullian, avec une scène de même ordre représentée sur un moule en poterie romaine (fig. 91). Cette analogie est donc tout-à-fait en faveur de l'époque romaine, à Glozel (2).

Capridés. — Les capridés de Glozel se rencontrent aussi à profusion dans toutes les représentations magiques ou religieuses dans le bassin méditerranéen et particulièrement en Asie Mineure (fig. 94, 99 et 103).

(1) *Revue des Etudes anciennes*, XXIX, 4, 1927, p. 389.
(2) *Revue des Etudes anciennes*, XXIX, 4, 1927, p. 390.

Mains. — Des empreintes de mains ont été trouvées à Glozel (fig. 92). On sait que les mains, symboles magiques ou talismans, se rencontrent

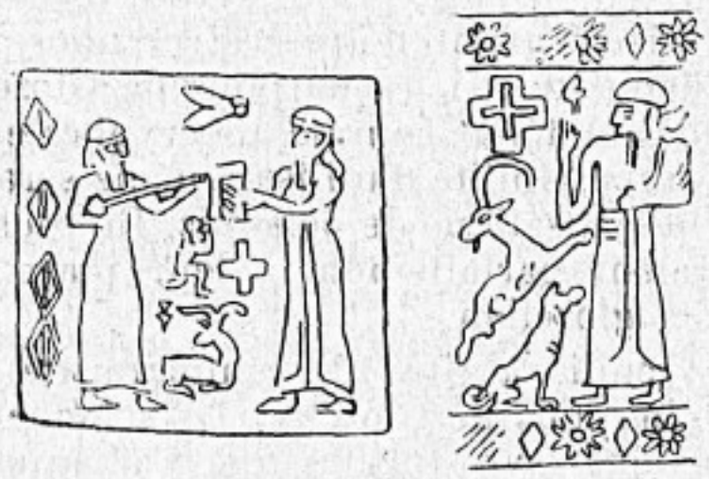


Fig. 103. — Croix sur les cylindres syro-hittites
(*D'après Contenau*)

dans le monde entier : on les a observées dans les grottes paléolithiques, dès l'aurignacien (fig. 93), mais, je ne crois pas qu'elles aient été signalées encore au Néolithique ; elles réappa-

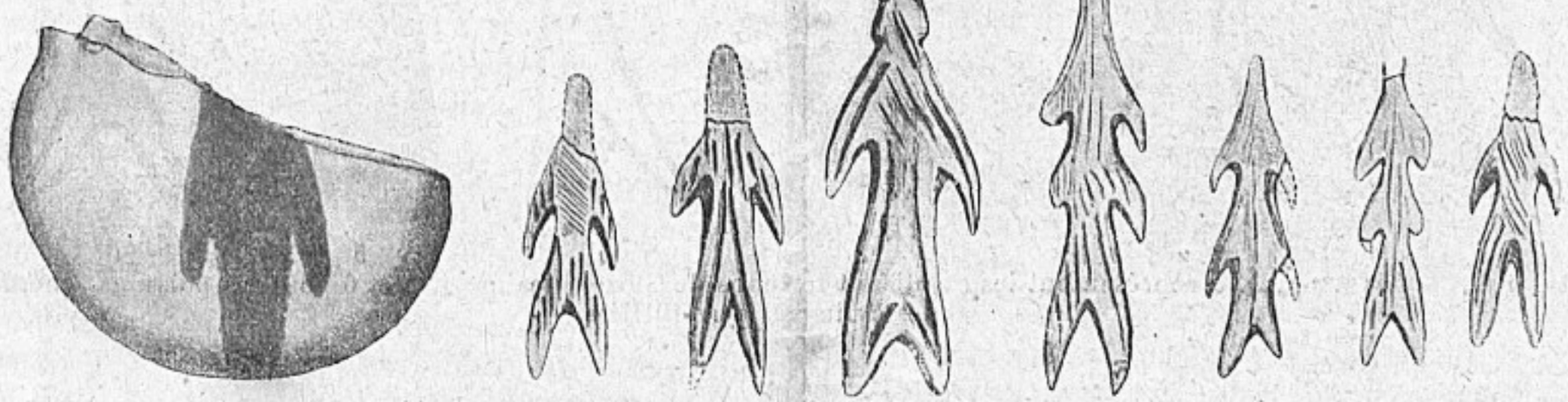


Fig. 104. — A droite, poissons schématisés magdaléniens, de Bruniquel (Tarn-et-Garonne)
(*D'après Breuil et de Saint-Perier*)
A gauche, harpon peint sur galet, Mas d'Azil (*D'après Piette*)

raissent à l'époque protohistorique et surtout à l'époque historique.

Ce n'est pas dans les grottes préhistoriques que nous irons chercher l'origine des empreintes glozéliennes, mais encore en Asie Mineure, où nous trouvons fréquemment ces mains figurées sur les cylindres syro-hittites du XVI^e^-XI^e^ siècles avant J.-C. (fig. 94), et nous les voyons sur sur les talismans de l'Italie du Sud au IV^e^ siècle de notre ère (fig. 100 et 101).

Echelle. — Un objet d'ordre essentiellement magique, et qui a tenu une place importante dans toutes les magies, est l'échelle dont on ne connaît pas encore bien le rôle exact dans les pratiques magiques, rôle qui paraît avoir été considérable dans l'antiquité si nous en jugeons par les représentations nombreuses d'échelles, particulièrement à Glozel.

Dès le début, M. Camille Jullian a signalé que le signe de l'échelle apparaissait fréquemment sur les tablettes glozéliennes, comme il apparaît, dit-il, « sur un très grand nombre de tablettes magiques, en particulier des derniers temps de l'Empire; et il représente l'échelle réelle, qui ne faisait sans doute jamais défaut dans les ateliers de sorcellerie, et que d'assez nombreux textes classiques mentionnent à des époques de l'Antiquité fort différentes » (1) (fig. 95 et 96).

Les premiers signes scaliformes apparaissent déjà au Magdalénien, dans la Vallée de la Vézère, gravés sur des os. Nous retrouvons une échelle peinte sur un galet du Mas d'Azil, mais nous ignorons qu'elle était, à ces époques, sa signification (fig. 97).

Nous la voyons encore, ce qui est intéressant pour notre étude, sur plusieurs cylindres syro-hittites, mais associée alors à des ensembles d'ordre magique ou religieux (fig. 98-99).

Enfin, nous la trouvons au milieu d'attributs de sorcellerie sur plusieurs médaillons magiques de l'Italie du Sud au IV^e^ siècle de notre ère, (fig. 100 et 101).

Mais, où l'échelle, à Glozel, se présente de la façon la plus curieuse et la plus remarquable, c'est sur le schiste gravé montrant l'association de *l'échelle*, du *poisson* et de la *croix* (fig. 102). Nous devons nous y arrêter, car cette association est d'autant plus caractéristique au point de vue de la sorcellerie que cette même association se trouve sur un cylindre de l'Asie Mineure (fig. 99).

Le D^r^ Morlet a interprété cette gravure comme une scène de pêche où il a vu dans la croix, le signe indiquant l'emplacement de l'engin, et dans l'échelle, le moyen de le descendre dans la rivière. Quant aux traits qui sillonnent le champ, ils représenteraient l'engin lui-même.

Il me paraît tout-à-fait impossible d'accepter

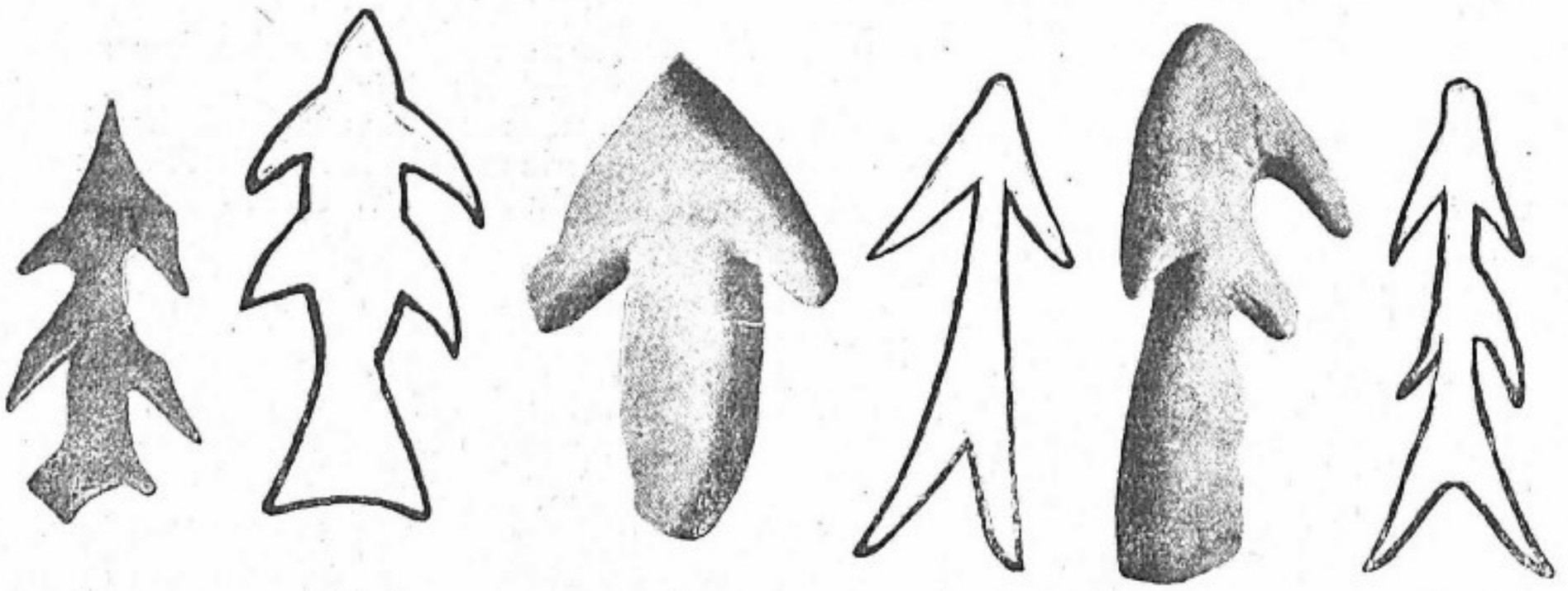
(1) *Revue des Etudes anciennes*, XXIX, 2 1927, p. 159 et 160, 174 et 175.

une telle interprétation pour une scène dont tous les éléments sont connus comme symboles magiques ou religieux.

La comparaison du galet de Glozel avec le cylindre syro-hittite de la figure 99 incite à de singulières réflexions.

Si le schiste est authentique, il suffirait à lui seul à prouver que nous sommes dans un centre de sorcellerie et que le gisement ne peut être Néolithique.

Si, au contraire, il est faux, quel est le faussaire qui a pu composer une telle scène qui paraît bien difficile d'admettre comme due à un simple hasard. Le faussaire serait alors ou bien très versé en archéologie, ou bien conseillé par un archéologue. La croix qui figure en haut



1 2 3 4 5 6

Fig. 105. — Les nos 1, 3, 5 représentent les soi-disant harpons de Glozel des cylindres syro-hittites les nos 2, 4 et 6 sont les poissons schématisés

du schiste est exactement orientée comme celle qui figure en haut du cylindre.

Je ne me charge pas de trancher la question, je constate un fait et rien de plus.

J'ajoute que la croix se rencontre très fréquemment sur les monuments antiques : j'en donne deux exemples sur des cylindres syro-hittites (fig. 103).

Poissons. — Les poissons existent dans toutes les religions primitives et nous en voyons fréquemment des survivances même dans la religion catholique, comme nous y retrouvons l'échelle et le cerf. Le poisson est le symbole du Christ, de même nous le voyons symboliser la divinité dans les vieilles civilisations, en Chaldée notamment, qui fut probablement le berceau de la Magie de tout l'Orient méditerranéen et des pays latins.

Chez les peuples préhistoriques, au moins dans le Sud de l'Europe, le poisson, comme l'échelle, se rencontre au Magdalénien, sans doute comme symbole magique, sous des formes shématisées très nombreuses. Certaines d'entre elles, à Bruniquel, par exemple (fig. 104) incitent à une comparaison troublante avec certains objets considérés comme des harpons. Ces schématisations de poissons se retrouvent à profusion dans la glyptique syro-hittite du XXIIIe au VIe siècle avant notre ère, et nous pouvons nous demander si les harpons de Glozel considérés dès le début comme apocryphes en raison d'une impossibilité d'utilisation, ne seraient pas des schématisations de poissons. En tous les cas, ils seraient parfaitement à leur place dans le matériel glozélien.

J'ai réuni, à titre de comparaison les soi-disant harpons de Glozel et les schématisations de poissons syro-hittites que j'ai amenés à la même échelle pour en faciliter la lecture. Sur la figure 105, les objets 1, 3 et 5 représentent ceux qui ont été trouvés à Glozel ; les objets 2, 4 et 6 représentent ceux qui figurent sur les cylindres syro-hittites (et qui offrent une singulière analogie avec ceux de Bruniquel) (fig. 104).

On a rapproché, comme je l'ai dit plus haut, le gisement de Glozel de celui du Mas d'Azil dans lequel, beaucoup des peintures sur galets, si connues, sont, sans aucun doute, comme il serait facile de le prouver, des figurations d'ordre magique, notamment le harpon (?) à deux barbelures terminales (fig. 104), figurations dans lesquelles Piette voulait voir... le système décimal !

Il y aurait peut-être lieu également de rechercher si les harpons *plats* aziliens (fig. 106), sont réellement des harpons.

Conclusion.

Dans les articles précédents, j'ai montré pourquoi le gisement de Glozel ne pouvait être Néolithique ; j'ai exposé les idées des glozéliens, leurs interprétations, leurs variations, les transmuta-

tions du Cervidé qui avaient pour conséquence immédiate de modifier chaque fois la date du gisement, qui passait alternativement du début à la fin du Néolithique, et de la fin au début.

J'ai montré les changements que l'on faisait subir à la destination du four du verrier qui devenait tombe néolithique ou four crématoire suivant la théorie que l'on avait à défendre.

Camille Jullian a pu, grâce à sa grande érudition, traduire les tablettes de Glozel, il a étudié les objets qu'on y a trouvés et a pu conclure que nous étions en présence d'un lieu de sorcellerie d'époque romaine.

De mon côté, j'ai recherché si le matériel de Glozel ne se retrouverait pas dans la glytique de cet Orient méditerranéen d'où les Romains ont tiré la plupart, sinon toutes leurs pratiques occultes, toute cette sorcellerie contre laquelle les Empereurs durent se défendre par des exécutions qu'a enregistrées l'Histoire.

Nous avons vu par les exemples si caractéristiques que j'ai cités plus haut, que mon attente n'a pas été trompée et que les faits, même si on laissait de côté les tablettes glozéliennes, donnent entièrement raison à la thèse soutenue par Camille Jullian.

Aucun doute n'est possible, Glozel n'est pas Néolithique, Glozel est réellement un lieu de sorcellerie de l'Epoque Romaine.

Cette date est, du reste importante pour la question de l'authenticité des objets.

En effet, l'une des raisons, et ce n'est pas la moindre, qui est mise en avant pour prouver que les objets sont faux, réside dans le fait que certains d'entre-eux témoignent de l'emploi d'un outil en métal pour leur fabrication. Les métaux étant inconnus à l'époque *Néolithique*, voilà une preuve indiscutable que ces objets constitueraient des faux.

Or, le gisement étant indiscutablement de *l'Epoque Romaine*, le problème change de face, car les objets n'ont pu alors être fabriqués autrement qu'avec un outillage en métal, si bien que pour faire la preuve qu'ils sont faux, l'étude en est à reprendre complètement sur de nouvelles bases (1).

*
* *

En France et à l'Etranger, on dit, un peu trop haut, je crois, que l'affaire de Glozel discrédite la science française, qu'elle est la faillite de l'archéologie française.

Une brève mise au point ne sera pas inutile.

Si, en effet, on établissait la statistique des savants français et celle des savants étrangers qui se sont égarés dans le prétendu Néolithique glozélien, j'ai tout lieu de croire que ce ne sont pas les Français qui tiendraient le record.

Ne disons donc pas que la science et l'archéologie françaises sont discréditées, disons plus simplement : la science et l'archéologie, sans aucun qualificatif. Cela sera plus exact, d'autant plus que je ferai remarquer, en ce qui concerne

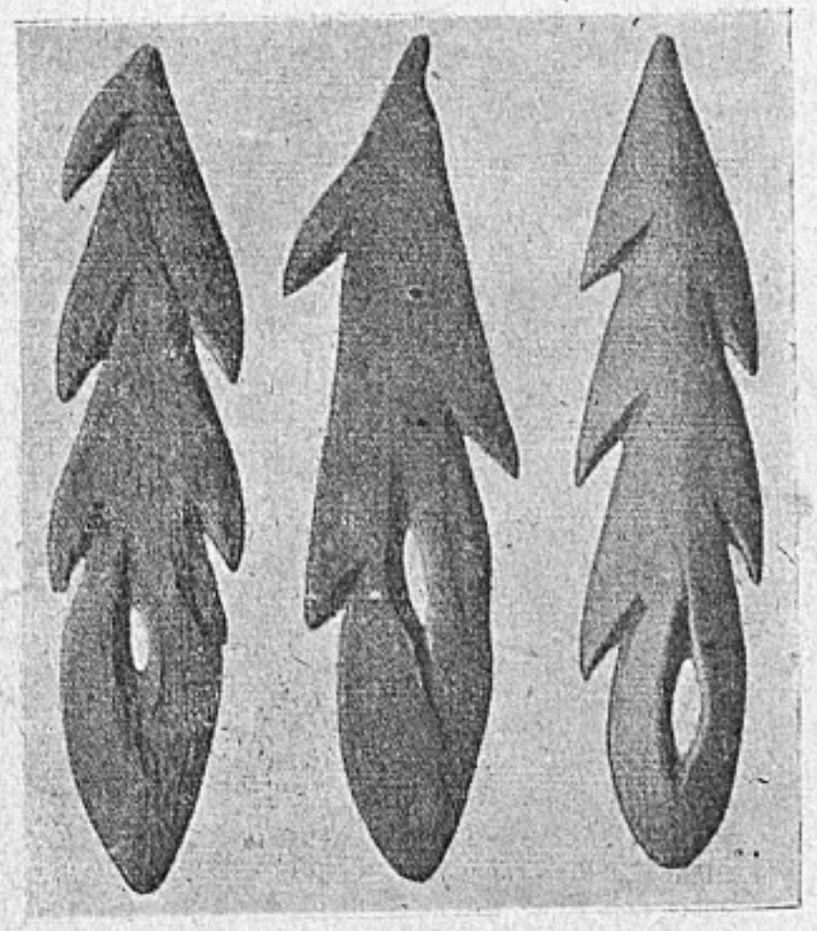


Fig. 106. — Harpons plats en bois de cerf du Mas d'Azil 3/4 Gr. nat. (*D'après Boule*)

la date réelle du gisement, c'est-à-dire l'Epoque Romaine, que c'est à la Science française qu'on la doit.

Piette avait cru découvrir au Mas d'Azil l'origine néolithique du système décimal ! ! ! Chimère et rêverie.

Les glozéliens ont cru découvrir à Glozel l'origine néolithique de l'écriture ! ! ! Rêverie et chimère.

Laissons aux glozéliens, particulièrement à ceux qui, par les hautes situations qu'ils occupent, jouissent devant l'opinion publique d'une autorité considérable, la responsabilité d'une erreur qui restera comme la plus déplorable qu'ait peut-être jamais enregistrée l'Archéologie.

(1) L'enseignement que nous devrons retirer de l'affaire de Glozel, pour l'étude de la Préhistoire, sera exposé dans un prochain article.

LE CENTENAIRE DE RENÉ CAILLIÉ (1)

par M. Camille GUY

Il y a exactement cent ans, le 15 décembre 1827, non loin d'un fleuve jusqu'alors inconnu, le Djoliba (aujourd'hui le Niger), dans une case en ruines, un Européen, un Français, était étendu sur une natte et semblait n'avoir plus que quelques heures à vivre... Il était abandonné de tous, sauf d'une vieille négresse, la mère

Fig. 107. — René Caillié (1799-1838)

Baba qui, d'heure en heure, humectait ses lèvres brûlantes.

Cet homme, jeune encore, dévoré par la fièvre, atteint d'une nécrose des os, les pieds meurtris par de longues journées de marche, allait expirer, sans secours, sans amis et sans avoir pu accomplir la mission qu'il s'était lui-même imposée.

Ce héros, ce martyr, qui ne mourut pas, uniquement parce qu'il ne voulait pas mourir, c'était René Caillié en route pour Tombouctou.

(1) Communiqué à la Séance solennelle de l'Académie des Sciences coloniales le 14 décembre 1927.

Qu'était-il donc ? Un paysan souffreteux, silencieux à l'ordinaire, mais avec des yeux ardents qui révélaient une volonté de fer et une énergie indomptable. Il était né en 1790, à Mauzé, dans les Deux-Sèvres. « Je suis de sève plébéienne » répétait-il souvent. Dès son enfance il était sérieux, grave, grand lecteur de livres de géographie et de voyages. Par ironie, son instituteur l'appelait « l'idéologue ». A quelles sources ancestrales avait-t-il puisé, lui, terrien, cet amour de l'océan, du désert et des aventures? On ne sait, mais les grands espaces qui effrayaient Pascal l'attirent irrésistiblement. En ce mois de décembre 1827, alors que depuis six mois il se traîne d'étape en étape, méprisé par ses compagnons de voyage, réduit souvent à mendier un gobelet d'eau ou une poignée de riz, il s'obstine à réaliser son rêve, qui est d'entrer à Tombouctou. « Malgré l'état affreux où je me trouvais, écrit-il, dans son journal de route, je ne renonçais pas à continuer mon voyage ; j'aimais mieux mourir sur le chemin que de retourner sur mes pas sans avoir fait de plus grandes découvertes ».

Ce n'était pas la première fois qu'il venait en Afrique. Dès l'âge de 15 ans, il s'était embarqué sur la gabarre *La Loire*, qui voyageait de conserve avec *La Méduse*, de sinistre mémoire. Mais une tempête sépare les deux navires, et René Caillié débarque à Saint-Louis. C'est le premier contact avec le Sénégal ; il voit Dakar, se promène dans les rues marchandes de Gorée, alors la joyeuse, et parvient même jusqu'en Gambie. Mais personne ne s'intéresse à ce voyageur sans ressources et il est obligé de rentrer en France. Est-il guéri du goût des aventures ? Non pas, car il revient en 1819. Grâce à la protection du Gouverneur du Sénégal, le baron Roger, il réside toute une année chez les Maures Braknas, apprend l'arabe et se fait un ami du grand chef Mohamed-Sidy-Moktar, amitié qui lui sera plus tard bien précieuse. Troisième voyage en France et troisième départ. La Société de Géographie de Paris n'a-t-elle pas offert un prix pour le premier Européen qui entrera à Tombouctou? Cet Européen, ce sera René Caillié ; ainsi l'a-t-il décidé. Il a 60 francs en poche, une petite pacotille ; il sait le Coran par cœur, ce qui lui permet de se faire passer pour un Maure. Avec ce mince bagage, avec une volonté de fer, cela doit suffire et cela suffit, en effet.

Il part donc pour son grand voyage le

19 avril 1827 ; il fait partie d'une caravane qui comprend cinq mandingues libres, trois esclaves, un porteur Foulah, un guide et sa femme. Il a convaincu ses compagnons qu'il est Maure d'Egypte, qu'il a été fait prisonnier lors de l'expédition de Bonaparte, qu'il a été amené en France et que fatigué de vivre dans un pays chrétien, il veut retourner dans sa patrie d'origine. Beaucoup le croient, car il a été recommandé à son départ par des marabouts influents et qu'il cite de mémoire, chaque fois qu'il en trouve l'occasion, des versets du Coran ; mais certains se méfient. Il est bien blanc pour un Maure, et on lui pose des questions indiscrètes ; il observe les fêtes et notamment le jeûne du Ramadan, mais ses compagnons ne trouvent pas sa foi assez ardente ; on le supporte, on le nourrit, mal et à condition qu'il paie comptant. Mais on le surveille : « Quand je voulais écrire, dit-il, je me mettais soigneusement à l'écart derrière un buisson, et au moindre bruit, je cachais mes notes et m'emparais de mon chapelet, faisant semblant d'être en prière ». Sans argent pour acheter une monture, il marche la route comme un esclave, et c'est bien rarement qu'un Mandingue pris de pitié, lui permet de monter pendant quelques kilomètres sur un chameau ou sur un âne du convoi.

L'itinéraire suivi par la caravane est entièrement nouveau. Il part de Cacondy, aujourd'hui Boké, où une modeste stèle marque l'endroit précis où il campa et prend la route du nord-est. Il traverse, non sans peine, les plateaux du Fouta-Djallon, arrive à Timbo, au cœur même du massif, traverse le Bafing, touche à Kankan, gros marché très fréquenté et se dirige par de nombreux détours vers le Niger. Il veut voir ce grand fleuve dont on lui a tant parlé, et atteindre Djenné, la ville la plus riche du Soudan, et d'où de nombreux convois se dirigent fréquemment vers Tombouctou. Après bien des souffrances, bien des humiliations, bien des craintes, car une seule imprudence le condamnerait à mort, il arrive enfin en vue du Niger. « Je m'assis, dit-il, un moment pour contempler à l'aise ce fleuve mystérieux dont les savants d'Europe sont si curieux de connaître les particularités ». A Kankan, son récit, toujours le même, paraît étrange ; on le met à l'épreuve, mais sa connaissance parfaite du Coran et des usages musulmans le met enfin à l'abri des soupçons. « Que deviendrais-je écrit-il, le lendemain, si mon secret était découvert ? L'esclave qui porte mon bagage porte en même temps mon arrêt de mort ». Une caravane va partir pour Tombouctou ; il est autorisé à s'y joindre, moyennant quelques cadeaux. Dur voyage, effectué presque toujours pieds nus, nuits passées sans sommeil dans des huttes d'esclaves, peu nourri, manquant d'eau le plus souvent, mal guéri du scorbut, il va quand même, soutenu par son seul désir, et le 20 avril 1828, il aperçoit, enfin, Tombouctou.

« Je voyais donc, écrit-il, cette capitale du Soudan qui, depuis si longtemps était le but de tous mes désirs, en entrant dans cette cité mystérieuse, je fus saisi d'un sentiment inexprimable de satisfaction ; je n'avais jamais éprouvé une sensation pareille et ma joie était extrême ». Mais pourquoi faut-il que le rêve se heurte toujours à la brutale réalité ? Cette joie ne dura pas ; au vrai, ce fut une déception. « Le ciel à l'horizon, dit-il, est d'un rouge pâle, tout est triste dans la nature ; on n'entend pas le chant d'un seul oiseau. Cependant il y a je ne sais quoi d'imposant à voir une grande ville élevée au milieu des sables et l'on admire les efforts qu'ont eu à faire ses fondateurs ». Mais cette ville qui fût, en effet, la grande capitale

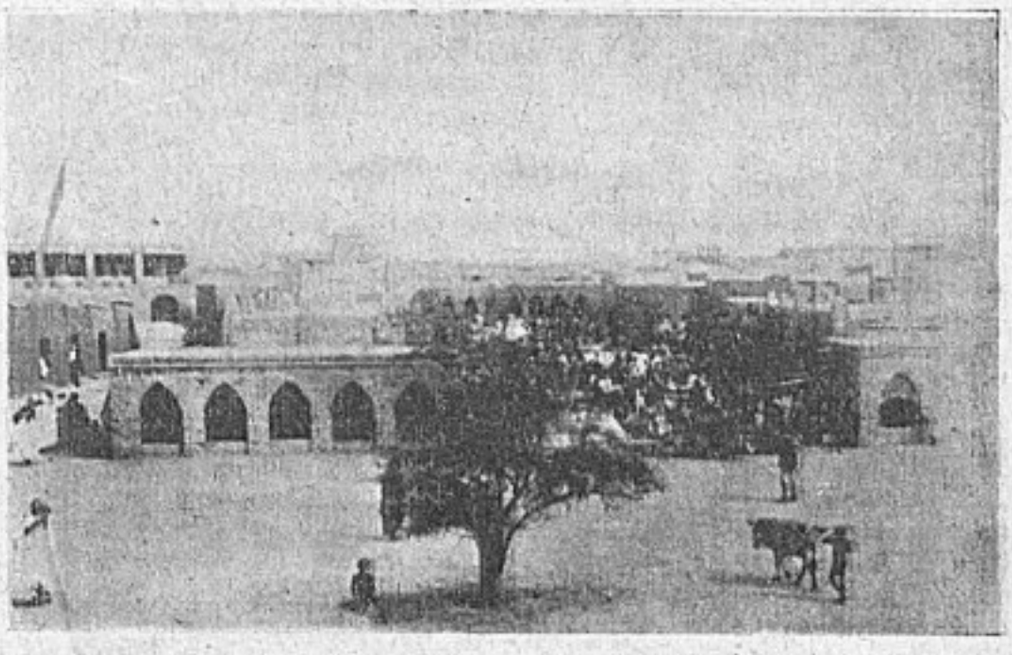


Fig. 108. — Tombouctou

de l'ouest africain, et dont les ruines imposantes attestent l'antique splendeur, était déjà déchue. Les attaques des Maures et des Arabes avaient détruit les remparts et une partie des monuments. Déjà Léon l'Africain, qui voyageait dans la première partie du XVI^e^ siècle, avait signalé cette décadence. Au temps où René Caillié se promenait dans les rues tortueuses, visitait les mosquées et montait dans la tour qui domine l'horizon de ses 53 mètres de hauteur, Tombouctou ne comptait plus que dix ou douze mille habitants, et Djenné l'avait remplacé comme capitale. Caillié aurait voulu connaître l'histoire et les raisons de ce changement, « malheureusement, dit-il, je ne possédais pas assez de moyens pour faire des cadeaux à ceux que j'interrogeais ; aussi ne m'appelait-on que le meskine (le pauvre) ».

Après trois semaines de séjour, ce qui lui avait redonné quelques forces, il songea à repartir et c'était là un angoissant problème. Certes, d'autres Européens étaient, avant lui, entrés à Tombouctou, mais aucun n'était reve-

nu. Vainement avait-il voulu savoir comment était mort le matelot Paul Imbert, qui avait visité Tombouctou vers 1670, mais on ne sut rien lui dire ; rien non plus sur Laing, qui, sorti de Tombouctou, avait été attaqué à deux journées de marche et assassiné avec ses compagnons. Il fallait donc redoubler de prudence et d'habileté, d'autant plus que son désir irrévocable de rentrer par le Maroc paraissait étrange, alors que pour regagner l'Égypte, son pays d'origine, d'après ses déclarations, la route vers l'Algérie ou vers la Tripolitaine paraissait la meilleure.

Pendant son séjour à Tombouctou, dans la petite maison qu'il habitait et qu'on montre encore aux visiteurs, Caillié, ou pour lui rendre le nom qu'il avait choisi, Sidi-Abdallahi, a beaucoup regardé, beaucoup réfléchi, et on reste stupéfait combien cet homme, sans culture, et sans

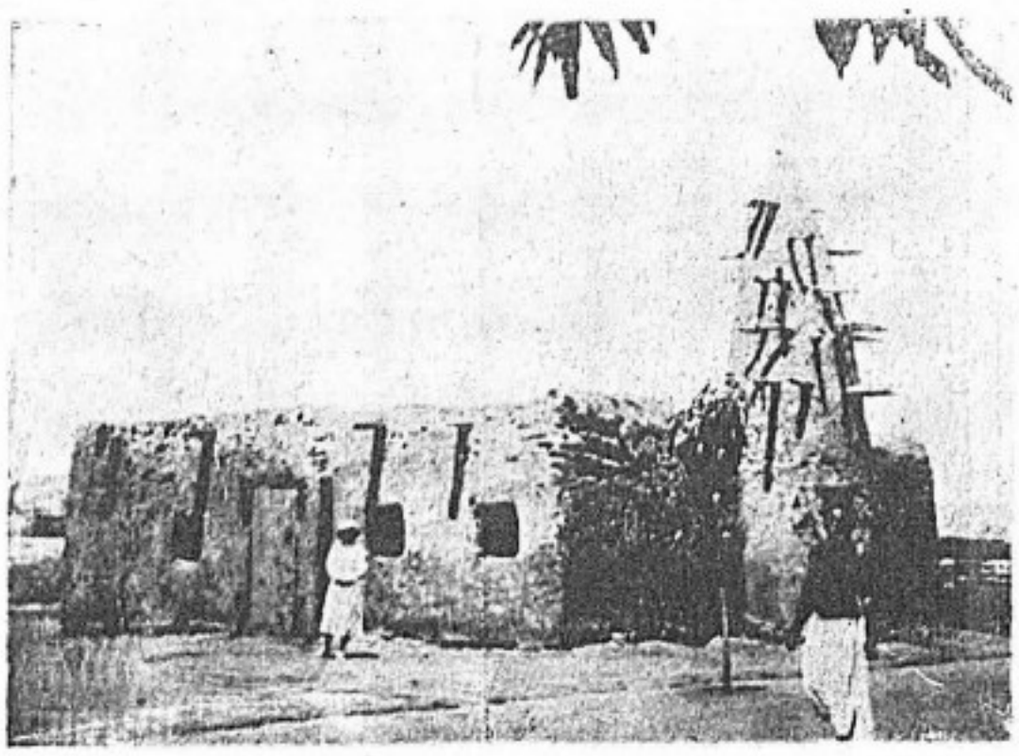


Fig. 109. — Une rue de Tombouctou

préparation scientifique, a vu juste sur les problèmes qui se posaient à lui. Ses notes et son journal nous apprennent qu'il a deviné la région lacuste du lac Déboë, dont personne encore n'avait signalé l'existence. Il interroge les indigènes sur la direction que prend le Niger en amont de Kabara ; tous lui répondent vaguement qu'il va vers le nord et se jette dans le Nil (Nil dans leur langage signifiant tout simplement rivière). Caillié note le renseignement, mais il ajoute : « Je ne le crois pas. Pour moi le fleuve doit prendre la direction du sud et se jette au fond du golfe de Guinée ».

Il note aussi avec beaucoup de pénétration les caractères distinctifs des Arabes, des Berbères et des Noirs, et il fait ailleurs cette réflexion très juste que bien des explorateurs ont notée après lui : « Durant mes longues excursions dans l'intérieur de l'Afrique qui, suivant le rapport de tous les voyageurs, est peuplée d'une infinité d'animaux sauvages, je n'en ai rencontré aucun ».

Enfin, il réussit à se faire accepter dans un convoi qui, par Taoudénit et ses mines de sel, et par le Tafilalet se dirige vers Fez et Mecknès. C'est le 4 mai 1828 qu'il quitte Tombouctou. Deux jours après, il aperçoit l'endroit où Laing a été assassiné par des Touaregs pillards et il est obligé de détourner le visage pour pleurer. Le 19 il est à El-Araouan, porte du désert : « Déjà se déployait, dit-il, un horizon sans bornes où nos regards ne distinguaient plus qu'une immense plaine de sable éclatant ; les yeux tournés vers le ciel, mes compagnons paraissaient tourmentés par le regret de la patrie qu'ils laissaient derrière eux et par le souvenir des plaines verdoyantes d'où la cupidité et la barbarie les avaient arrachés ».

Cruel voyage que cette marche à pied dans le sable. Il souffre presque chaque jour du manque d'eau ; ses pieds ensanglantés le portent à peine, les accès de fièvre se multiplient et le scorbut reparaît. Seule la volonté de revoir sa patrie le soutient. Mais voici enfin des arbres, voici des eaux courantes, voici Rabat. Nouvelle déception, il n'y a pas de consul français à Rabat. Cette fois Caillié, à bout de nerfs, ne réagit plus : « Je me promenai un moment dans les rues, en réfléchissant à l'abandon dans lequel je me trouvais ; les souvenirs des humiliations, les fatigues et les privations que j'avais éprouvées, le sentiment de celles que j'éprouvais encore m'accablèrent ; je ne pus, en songeant à mes maux, m'empêcher de verser des larmes ».

Mais il apprend d'un domestique juif qui lui inspire, je ne sais pourquoi, confiance, que le consul français réside à Tanger. Ce domestique lui conseille en même temps de vendre à l'Angleterre qui lui en offrirait bien 25.000 livres sterling, son carnet de voyage. Caillié refuse avec indignation : il est Français, et c'est pour la France qu'il a travaillé. Il part pour Tanger, il frappe au milieu de la nuit à la porte du consul, qui lui ouvre et recule épouvanté devant cet homme hâve, vêtu de guenilles et les yeux brûlants de fièvre. Ce consul, M. Delaporte, vint au secours de ce compatriote qui lui raconte son histoire ; il le loge, ou, pour mieux dire, il le cache, car René Caillié n'est pas encore en sûreté, et quelques jours après, il l'embarque subrepticement sur la goëlette royale *La Légère*, qui fait voile vers Toulon, où il arrive mieux portant, mais dénué de tous moyens d'existence. Le beau voyage est donc terminé le 10 octobre 1828. Depuis le 19 avril 1827, date de son départ de Cacondy, il a duré exactement 508 jours, dont il faut déduire 300 jours de séjour. Il a donc marché pendant plus de cinq mois à raison de deux milles par heure.

Un moment de joie, peut-être quelques heures de fierté, mais il a perdu le goût de la vie banale et plate que lui impose sa santé définitive-

ment détruite. Il se marie, quatre enfants habitent avec lui sa petite propriété de La Baderre, qu'il cultive par devoir et non par plaisir. Cette gloire, qu'il a payée si cher, on la lui dispute, on la lui marchande. Sans le zèle admirable du président de la Commission centrale de la Société de Géographie de Paris, M. Jomard, il eût passé pour un imposteur. Les membres de la Société de Géographie de Londres se signalent par l'ardeur de leurs attaques. Comment un Anglais accepterait-il que Caillié eût réussi là où le malheureux Laing avait échoué ? Les objections se multiplient, les critiques s'accumulent. Mais Jomard, avec une merveilleuse lucidité, et une connaissance approfondie du sujet, démontre qu'aucun savant n'a approché la vérité d'aussi près que notre modeste explorateur. Chiffres en mains, il prouve que ses observations astronomiques faites avec deux boussoles de poche, qu'il ne pouvait consulter qu'à l'abri des regards, sont exactes ; qu'il a mesuré avec précision la longueur de l'ombre méridienne et qu'il a su calculer ses itinéraires par l'orientation des étoiles. Aussi M. Jomard est-il très fier lorsqu'il reçoit de son principal contradicteur, M. John Barrow, une lettre par laquelle celui-ci reconnaît « que la réclamation qu'il avait formulée n'était pas fondée et que les explications données par M. Jomard lui ont paru satisfaisantes ». La Société de Géographie de Paris, avait écrit Jomard, n'a pas prétendu que René Caillié était le premier Européen qui fut entré à Tombouctou, mais bien qu'il était le premier qui en fut revenu. Rendons d'ailleurs cette justice aux Anglais, qu'une fois leur conviction faite, ils n'ont pas hésité à rendre hommage à Caillié. C'est ainsi que le 21 septembre 1855, le fameux explorateur Barth écrivait : « Je tiens à proclamer ici que M. René Caillié a été un des plus sincères voyageurs qui, sans être un homme scientifique, a fait, sans instruments et avec les moyens les plus faibles, plus qu'aucun autre voyageur n'aurait pu faire dans des circonstances identiques ». Quel témoignage pourrait valoir celui-là ?

Après avoir reçu le 26 mars 1830 la Grande Médaille de la Société, après avoir été nommé Chevalier de la Légion d'Honneur, après avoir été doté par la France, qui ne recule devant aucun sacrifice pour payer ses bons serviteurs, la somme de 6.000 francs (!), payable en deux annuités, René Caillié rentre dans l'ombre. C'est un sage et un modeste. « Je m'estime heureux, écrit-il, d'avoir été le premier qui ait tenté cette aventure. Je me console des fatigues que j'ai supportées, par la pensée que je suis le seul qui soit parvenu jusqu'à ce jour à terminer avec succès une entreprise dans laquelle ont succombé tant de courageux voyageurs ». Sa vie se résume, en somme, dans ses douze années de voyage, mais il a gardé la nostalgie des grands horizons, des forêts tropicales et des fleuves majestueux. Quand il meurt, en 1838, des suites des souffrances qu'il a héroïquement supportées, on trouve dans ses papiers le projet d'un nouveau voyage qu'il préparait vers le Soudan, vers Bamako et vers Bouré. Son corps a fléchi, sa foi reste intacte. Il a été l'homme d'une idée ; il en a vécu et il en est mort.

Comme il arrive fréquemment, c'est après sa mort que ses compatriotes le découvrent. En 1841, un modeste monument lui est élevé sur une des places de Pont-Labbé ; les *Annales de la Société de Géographie* nous apprennent que la foule fut immense. Un orateur a exalté en René Caillié un enfant du peuple, un enfant de la campagne, « un des nôtres » en un mot. L'année suivante, en 1842, la ville de Mauzé, sa ville natale, inaugure avec le même éclat un autre monument, et le conseil municipal décide que chaque année une fête commémorative ressuscitera cette grande mémoire... Mais autant en emportera le vent ! (1).

D'autres viendront après lui, qui continueront et achèveront son œuvre ; mais s'il n'avait pas ouvert la route, notre marche à travers le Soudan aurait été certainement plus lente. Faidherbe a reconnu à plusieurs reprises tout ce qu'il devait à Caillié. Plus ce pays est connu, et plus on constate combien cet ignorant et ce solitaire avait vu juste et loin. Ainsi, tous nos découvreurs du continent noir se donnent la main à travers le temps et l'espace. La Société de Géographie de Londres lui avait décerné, en 1828, lors de son premier voyage, une coupe de métal au fond de laquelle était gravée cette inscription : « Caillié of galam interior african expedition ». Cette coupe, la mère de Caillié, qui avait gardé précieusement ce souvenir de la gloire de son fils, bien qu'on lui en eut offert beaucoup d'argent et qu'elle fut dans le plus complet dénûment, la donna par testament à un commerçant du Sénégal que nous avons tous connu, M. Delor. Mais, celui-ci se jugeant indigne d'un pareil honneur (qu'il y a de braves gens dans le monde !) la donna à l'explorateur dont l'admirable voyage rappelle de très près la randonnée épique de René Caillié, à notre cher et grand Binger. C'est ce que m'a appris, il y a quelques mois, Binger lui-même, au retour du voyage commémoratif qu'il a entrepris l'année dernière en Afrique, à l'âge de 72 ans. Ah ! on peut dire que la brousse tient bien ceux qu'elle a conquis. N'y a-t-il pas dans ce fait quelque chose de touchant et de symbolique ? La coupe de Caillié dans les mains de Binger, c'est toute

(1) J'apprends par le maire actuel de Mauzé que le centenaire de Caillé sera célébré solennellement dans sa ville natale, le 24 juin prochain.

notre histoire africaine du siècle dernier, et je ne puis m'empêcher d'évoquer le vers du poète : *et quasi cursores vitæ lampada tradunt*, (et comme les coureurs, ils transmettent le flambeau de la vie).

Aujourd'hui la période héroïque est terminée. C'est la mise en valeur ; c'est l'union intime des noirs associés et des blancs protecteurs qui réclament tous nos efforts. Mais n'est-il pas admirable de penser que c'est avec de simples cultivateurs de la terre française, avec d'humbles marins, avec des soldats qui, la conquête une fois faite, se sont transformés en agriculteurs, en ouvriers et en éducateurs, que c'est en un mot, avec de petits Français, que nous avons construit la plus grande France ? De Caillié à Binger la chaîne n'a pas été brisée, et les successeurs de Binger qui ont vécu et agi sur la terre africaine ont été ensuite les héros de la grande guerre. Quel honneur pour un pays que d'avoir produit de tels hommes !

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique du Globe

L'ionisation de la haute atmosphère sous l'action du soleil. — La pratique de la radiotélégraphie a conduit indirectement à se préoccuper de l'état électrique de la haute atmosphère, depuis qu'on a reconnu que c'est à des niveaux élevés que voyage l'énergie transmise par oscillations électromagnétiques. Dans une intéressante étude (1), le Prof. Chapman a interprété les particularités observées.

On sait qu'aux hautes régions, l'atmosphère, qui contient une proportion relativement importante de molécules chargées, devient conductrice. Selon Chapman, cette ionisation a surtout son origine dans l'action du soleil. On peut remarquer, en effet, que sa distribution générale, révélée par les études magnétiques, est liée à l'état du soleil et à sa présentation vers la terre.

Le soleil ionise d'abord l'air supérieur au moyen de son rayonnement ultra-violet qui se trouve absorbé principalement par une mince couche d'ozone, produite elle-même dans un premier stade de l'absorption. Pendant la nuit, lorsque la radiation ionisante est interceptée, la conductibilité électrique diminue, du fait de la recombinaison des ions. Ce sont ces circonstances que traduisent les variations magnétiques quotidiennes, beaucoup plus importantes aux basse latitudes, où les rayons solaires sont les plus directs que dans les contrées plus éloignées de l'équateur.

Lors du maximum des taches solaires, l'atmosphère supérieure est nettement plus conductrice que lors du minimum, l'écart étant de 25 o/o au moins. Il faut en conclure, pour la radiation ultra-violette, une variation de 60 o/o au moins, alors que la radiation visible n'accuse rien de comparable.

D'après Chapman, le soleil ionise encore notre atmosphère par l'intermédiaire d'un autre agent, celui-là de nature corpusculaire, et qui aurait son origine dans les taches solaires, à la présence desquelles il est le plus souvent associé.

Le courant corpusculaire, latéralement limité, change de direction avec la rotation du soleil. Dans l'atmosphère, les corpuscules ne descendent pas à moins de 20 kilomètres d'altitude. Non seulement ils atteignent l'hémisphère éclairé de la terre, mais aussi, courbant leur trajectoire, ils produisent des aurores visibles. Leur déviation vers les pôles magnétiques décèle leur charge.

L'ionisation corpusculaire dépend à la fois de l'activité des taches et de leur orientation. Si, après une période de révolution solaire, d'environ 27 jours, l'aire solaire demeure active, il se peut qu'elle agisse à nouveau sur la terre une seconde fois ou même plusieurs. On constate, en effet, pour certaines perturbations magnétiques, une tendance marquée à reprendre après 27 jours.

L'ionisation corpusculaire du soleil, moins régulièrement répartie que l'ionisation due à la radiation ultra-violette, ainsi que le révèle la distribution limitée des aurores brillantes, semble susceptible de devenir exceptionnellement intense. Ses effets, très complexes, affecteraient davantage la transmission d'Europe vers l'Amérique que la transmission en sens inverse, d'Europe vers l'Est.

Dans la direction du Canada, on fixe à 10° environ du pôle nord géographique le centre de la zone aurorale nord. Dans ces régions, où les aurores s'observent à des latitudes beaucoup plus basses qu'en Europe, la région d'ionisation corpusculaire se rapprocherait d'une vingtaine de degrés de plus de l'équateur qu'elle ne le ferait dans un pays tel que la Russie.

S. V.

(1) *Nature* (de Londres), 19 mars 1927.

Chimie physique

Influence des gaz étrangers sur la production de l'ozone. — L'influence de certains gaz étrangers sur la production de l'ozone dans les effluveurs a été étudiée pour la première fois par Hautefeuille et Chappuis. En opérant par la méthode statique, ces auteurs ont constaté que la contraction de l'oxygène devient beaucoup plus grande en présence d'hydrogène, de tétrafluorure de silicium ou d'azote, et ils en ont déduit que ces gaz favorisent la formation de l'ozone. D'après leurs résultats, la concentration de l'ozone augmenterait de près de moitié en présence d'un grand excès d'azote et deviendrait presque égale à celle trouvée avec l'oxygène pur, sous la pression atmosphérique.

En ce qui concerne les deux autres gaz, Hautefeuille et Chappuis indiquent seulement que l'action de l'hydrogène est encore plus grande que celle de l'azote, et qu'en présence du tétrafluorure de silicium la proportion de l'ozone peut atteindre 40 o/o en poids. Des résultats analogues ont été publiés quelques années plus tard par Beill et par Shenstone et Evans, qui n'ont toutefois étudié que l'action de l'azote. D'après ces derniers auteurs, ce gaz permettrait de transformer en ozone jusqu'à 98 o/o de l'oxygène effluvé.

Depuis ces travaux, la question n'avait plus été étudiée directement, et les résultats, déjà fort anciens, qui viennent d'être indiqués figurent aujourd'hui dans les traités de chimie et les monographies sur l'ozone sous forme de faits définitivement acquis.

Cette action favorable de certains gaz sur la formation

de l'ozone s'expliquerait, d'après Hautefeuille et Chappuis, par le fait que l'oxygène pur oppose plus de résistance au passage de l'effluve que les mélanges O^2—H^2, O^2—SiO^4 ou O^2—N^2 et que, d'autre part, la décharge prend, dans ces mélanges, une forme particulière, désignée généralement sous le nom de « pluie de feu ». Mais on sait que l'hydrogène et l'azote se combinent à l'oxygène sous l'action de l'effluve, et il est probable que le tétrafluorure de silicium ne reste pas intact lui aussi. Or, c'est là une cause de diminution du rendement de l'ozonisation, l'oxydation du gaz ajouté ne pouvant se faire qu'aux dépens de l'ozone ou de l'énergie électrique mise en œuvre.

Ces considérations ont amené MM. Pinkus et Juliard à reprendre l'étude expérimentale de la question (*Journal de Chimie physique*, 25 juin 1927).

Les résultats de Hautefeuille et Chappuis avaient été obtenus par une méthode statique, avec des régimes électriques mal définis, et en déterminant les teneurs en ozone par des mesures manométriques.

MM. Pinkus et Juliard se sont placés dans les conditions usuelles de la production de l'ozone, c'est-à-dire en faisant circuler les gaz dans l'effluveur. Les rendements en ozone ont été déterminés par des dosages iodométriques. Les expériences ont été conduites de façon à éliminer l'influence de la pression et du débit gazeux.

Les auteurs ont constaté, dans ces conditions, que l'hydrogène et le tétrafluorure de silicium, loin d'améliorer le rendement en ozone, l'abaissent au contraire considérablement. L'action de l'hydrogène est particulièrement marquée : la fraction d'oxygène transformée en ozone a baissé de 40 o/o environ en présence de 0.3 o/o d'hydrogène en volume, de plus de 80 o/o en présence de 20 o/o d'hydrogène. Les résultats contraires de Hautefeuille et Chappuis sont dûs au fait que ces auteurs n'ont pas tenu compte de l'influence de la pression totale ni des réactions accessoires telles que la formation de l'eau et du peroxyde d'hydrogène.

En ce qui concerne l'azote, il ne favorise l'ozonation que si le débit gazeux est rapide et la puissance électrique mise en jeu faible. Mais le rendement maximum en ozone se déplace vers les mélanges de plus en plus pauvres en azote à mesure qu'on augmente la durée de séjour du gaz dans l'effluveur et la puissance électrique mise en œuvre. MM. Pinkus et Juliard ont vérifié à ce propos les expériences déjà anciennes d'Andrews et Tait concernant l'action défavorable de l'oxyde azotique sur la formation de l'ozone par l'effluve : 2 o/o de NO en volume suffisaient dans leurs expériences pour annuler le rendement de l'ozonisation. A Bc.

Statistique

Théorie cinétique des accidents de la circulation dans une agglomération urbaine. — Le nombre croissant des accidents de la circulation émeut justement l'opinion publique et l'on se préoccupe de tous côtés de rechercher les moyens propres à restreindre ce nombre. M. Ch. E. Guye vient de publier une très curieuse étude indiquant dans quel sens et par quelles méthodes scientifiques on pourrait aborder le problème (*Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève*, juillet, août 1927). Il a recherché s'il ne serait pas possible d'appliquer aux accidents de la circulation dans les agglomérations urbaines les résultats de la théorie cinétique des gaz. Il y a, en effet, remarque-t-il, entre le problème statistique des chocs moléculaires et celui des chocs accidentels entre véhicules, une sorte de parallélisme qui semble justifier, dans une certaine mesure, un mode analogue de traitements des deux genres de question.

La complexité des circonstances qui rapprochent, à un moment donné, deux véhicules et les font entrer en collision est aussi indéchiffrable et imprévisible que les causes de l'agitation thermique qui amènent au même instant deux molécules au même point de l'espace pour provoquer leur dissociation par choc. . .

Hypothèses. — Pour aborder ce problème, il faut évidemment faire quelques hypothèses simples, quitte à les corriger plus tard si les faits se compliquent. M. Ch. E. Guye admet : 1° que le nombre des accidents est, toutes conditions égales, proportionnel au nombre des rencontres probables qui peuvent se produire entre les divers éléments de la circulation urbaine (véhicules de toute sorte et piétons); 2° que le nombre de véhicules et de piétons qui circulent correspond aux nombres indiqués par le recensement officiel.

Les éléments constitutifs de la circulation urbaine peuvent être classés plus ou moins arbitrairement en un certain nombre de catégories principales : tramways, autobus et gros camions, automobiles, véhicules à traction animale, motocyclettes, bicyclettes, etc... et piétons. Soient n_1, n_2, n_3, n_4,... n , les nombres d'unités motrices correspondant à chacune de ces catégories, tels qu'ils résultent du recensement.

Définition d'un accident. — Il est également important de préciser ce qui constitue un accident. M. Ch. E. Guye considère qu'une unité motrice a été victime d'un accident de circulation lorsque soit elle-même, soit ses occupants, subissent un dommage (matériel ou de personne) du fait de sa collision avec une autre unité motrice ou avec un obstacle.

Premier exemple. Deux automobiles entrent en collision : 1° si toutes deux sont endommagées, la rencontre aura produit deux accidents; 2° si une seule est endommagée, on n'enregistre qu'un accident.

Deuxième exemple. Une automobile vient heurter un mur, qu'elle qu'en soit la cause : 1° si le mur est démoli et l'automobile endommagée, on enregistre un accident pour l'auto et un pour l'obstacle; 2° si l'auto seule est endommagée on n'a qu'un accident d'auto.

Troisième exemple. Un camion entre dans la vitrine d'un magasin sans aucun dommage appréciable ni pour lui ni pour ses occupants; il n'y aura accident que pour l'obstacle.

Quatrième exemple. Deux autos entrent en collision, l'une « barde » et renverse trois piétons : on a, dans ce cas, deux accidents pour les autos si elles ont été endommagées, plus trois accidents pour les piétons s'ils ne sont pas sortis indemnes de leur collision avec l'auto.

On pourrait évidemment imaginer des cas plus étranges et plus complexes encore, mais en réalité, s'ils ne se produisent que rarement, ils n'auront qu'une influence minime sur la statistique.

Cinquième exemple. Deux autos entrent en collision, toutes deux sont détériorées, mais en outre deux occupants de l'une et trois de l'autre sont blessés. On n'enregistre, dans ce cas, que deux accidents d'auto, l'accident étant, par définition, rapporté à l'unité motrice envisagée comme un tout.

En résumé, M. Ch. E. Guye définit donc l'accident par le dommage causé à l'unité motrice, ce dommage étant la conséquence pratique à la fois la plus importante et la plus indiscutable de l'accident.

Catégories d'accidents. — Dans la circulation urbaine, l'auteur distingue trois sortes d'accidents :

1° Les accidents résultant de la collision d'unités motrices de même espèce;

2° Les accidents résultant de la collision d'unités motrices d'espèces différentes;

3° Les accidents résultant de la collision d'unités motrices avec un obstacle (par exemple fossé, caniveau, objet abandonné sur la voie, etc.)

L'hypothèse fondamentale relative à la proportionnalité du nombre des accidents à celui des rencontres probables permet immédiatement d'établir les formules générales qui conviennent à chacune des trois catégories précédentes.

1° Accidents entre unités motrices de même espèce. De même que le nombre des chocs moléculaires dans la théorie cinétique des gaz est proportionnel au carré du nombre des molécules, de même le nombre des collisions entre unités motrices de même espèce sera, toutes conditions égales, proportionnel au nombre des rencontres probables, c'est-à-dire au carré du nombre de ces unités.

Si donc on désigne par x le nombre des accidents dont sont victimes, par collision mutuelle, les unités motrices d'une certaine catégorie, et par n le nombre de ces unités (ces chiffres étant fournis d'une part par la statistique des accidents et, d'autre part, par le recensement des véhicules), on aura :

$$x = \alpha\, n_1^2$$

α étant un facteur de proportionnalité qu'on peut appeler coefficient d'insécurité, sa grandeur numérique donnant en quelque sorte la mesure de l'insécurité de ce genre de rencontres.

Comme on a subdivisé les unités motrices en K catégories, on a de la sorte K coefficients d'insécurité définis par des relations analogues.

2° Accidents entre untiés motrices d'espèces différentes. De même, si nous envisageons le nombre des accidents qui se produisent entre unités motrices d'espèces différentes, on a, comme pour les chocs entre molécules de nature différente, dans la théorie cinétique des gaz, des relations de la forme :

$$y = \beta\, n_1\, n_2$$
$$y' = \beta'\, n_1\, n_2$$

Il importe de remarquer que les coefficients β et β' ne sont pas ici nécessairement égaux, comme dans la théorie cinétique des gaz; y et y' représentent, en effet, ici les nombres de chocs suivis d'accident, c'est-à-dire suivis de dommage, tandis que dans la théorie cinétique on envisage généralement le nombre total de chocs. On conçoit aisément, en effet, que les collisions entre deux espèces d'unités motrices puissent être plus préjudiciables à l'une qu'à l'autre; ce serait le cas des collisions entre piétons et autocars, par exemple, pour ne citer qu'un cas extrême où l'un des deux coefficients devrait être considéré pratiquement comme nul.

Comme on peut avoir autant d'espèces d'accidents, c'est-à-dire de collisions suivies d'accidents, que l'on peut former d'arrangements avec les diverses catégories d'unités motrices, prises deux à la fois, on a, pour caractériser ces diverses sortes d'accidents, k (k-1) coefficients d'insécurité ou de sécurité.

3° *Accidents entre unités motrices et obstacles.* On sait que le nombre des chocs moléculaires contre les parois du récipient qui contient un gaz, est théoriquement proportionnel au nombre des molécules du gaz; de même, le nombre des accidents résultant du choc d'une unité motrice contre un obstacle sera, pour chaque espèce d'unité motrice, proportionnel au nombre de ces unités. Celle-ci donnera 2 k relations de la forme :

$$z = \gamma\, n_1$$
$$z' = \gamma'\, n_1$$

dont on pourra déduire les valeurs de 2 k coefficients d'insécurité ou de sécurité correspondants.

En résumé, si on a k sortes d'unités motrices dans l'agglomération, on aura, en totalité :

$$k + k\,(k - 1) + 2\,k = k^2 + 2\,k$$

coefficients pour définir la sécurité de la circulation.

Cela fait un nombre assez élevé de coefficients. Dans le cas, par exemple, où les éléments de la circulation de l'agglomération seraient subdivisés en six catégories, y compris les piétons ($k = 6$); la sécurité de la circulation serait théoriquement définie par 48 coefficients, relatifs aux 48 sortes d'accidents possibles. Mais, en pratique, ce nombre peut être notablement réduit, particulièrement si l'on n'envisage que les accidents de personnes, qu'il importe le plus d'éviter.

D'ailleurs, c'est la statistique elle-même qui se chargera d'indiquer quels sont les coefficients qui ont le plus d'importance et quels sont ceux qui, sans inconvénient, peuvent être négligés.

Utilité de ces formules. — La comparaison des divers coefficients d'insécurité entre eux pourra fournir d'utiles indications sur le danger relatif des différents modes de locomotion; danger envisagé, non pas d'une façon absolue, mais pour les conditions spéciales de l'agglomération, laquelle est caractérisée par la répartition n_1, n_2, n_3, n_4, ... n, des diverses sortes d'unités motrices et par les conditions d'établissement et d'utilisation de ses voies de circulation.

Il peut être intéressant de comparer aussi les divers modes de locomotion au point de vue de leur sécurité relative à trajet égal, et à rechercher quel peut être le libre parcours moyen des diverses sortes d'unités motrices entre les deux accidents.

Supposons que chaque véhicule soit muni d'un compteur kilométrique et qu'à la fin de l'année on fasse la somme de tous les kilomètres parcourus par une sorte de véhicule. En divisant cette somme par le nombre des accidents correspondant à cette catégorie, on obtiendra le libre parcours moyen d'une catégorie déterminée de véhicules entre deux accidents.

La connaissance des libres parcours moyens entre deux accidents permettra de comparer, dans les conditions spéciales de l'agglomération, les diverses sortes d'unités motrices et d'en tirer des conclusions relativement à la sécurité qu'elles présentent à égalité de trajet.

On pourrait aussi essayer de grouper les divers véhicules d'après l'une ou l'autre de leurs propriétés : la nature de leurs freins, par exemple, leur dimension frontale ou longitudinale d'encombrement, etc... et rechercher dans quelle mesure les coefficients d'insécurité ou les libres parcours moyens suivraient ou ne suivraient pas l'ordre de ces groupements.

Enfin et surtout, il serait désirable d'effectuer des calculs analogues pour un grand nombre d'agglomérations constituées de façon très différente et de chercher à en dégager les conclusions de portée plus générale; de montrer, par exemple, l'influence de la constitution de l'agglomération sur la sécurité de tel ou tel mode de locomotion, etc., etc.

A. Bc.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Métallurgie

La production du ferro-manganèse au fourneau. — On sait que quand on fabrique du ferro-manganèse, il faut plus de temps et plus de combustible que pour la fabrication de la fonte ordinaire. On a pratiquement la même quantité d'oxygène à éliminer dans chaque cas et la chaleur absorbée pour cette élimination est à peu près la même, la chaleur de formation de l'oxyde magnétique étant à peu près les 9/11 de la chaleur de formation de l'oxyde de manganèse correspondant. Cependant, on a souvent constaté qu'à la fusion, il fallait le double de temps et de coke pour le ferro-manganèse que pour la fonte, de plus il y a toujours une forte teneur de manganèse qui échappe à la réduction et qui se perd dans la scorie.

Il y a trois points principaux de différence entre les oxydes de fer et de manganèse, ces différences s'expriment dans la marche du fourneau et il faut les étudier pour expliquer la fusion des minerais de manganèse et en tirer une amélioration.

I. Les minerais de manganèse diffèrent des minerais de fer en ce sens qu'ils ne peuvent être réduits à l'état métallique par l'oxyde de carbone. Cela a fait l'objet d'expériences de Lowthian Bell.

II. Le carbone à l'état extrêmement fin (provenant de l'oxydation de l'oxyde de carbone) n'est pas absorbé par l'oxyde de manganèse comme cela se fait quand on fond de l'oxyde de fer.

III. Les oxydes de manganèse se combinent aux alcalis en formant des composés fusibles.

La première différence nous montre que pour produire du métal, il faut un contact intime avec le carbone solide ou avec un autre réducteur puissant. La seconde différence nous montre que le carbone extrêmement divisé qui pourrait opérer la réduction, ne peut provenir de la décomposition des gaz dans la partie supérieure du fourneau quand on traite des minerais de manganèse. Il est clair qu'il ne peut y avoir de contact intime entre le carbone du combustible chargé et les oxydes, et comme il faut un contact intime entre les oxydes et le réducteur, il est intéressant de vérifier comment on pourrait réaliser ce contact et, de plus, quel est réellement le principal réducteur dans la production du ferro-manganèse au haut-fourneau.

Les agents réducteurs que l'on trouve dans les fourneaux sont : le carbone des gaz, le carbone solide, le silicum et enfin les cyanures alcalins. Plus haut, il a été dit que les gaz du fourneau n'ont aucun effet et que le carbone solide n'est pas en contact suffisamment intime; le silicium ne se trouve qu'en quantité peu importante. Il reste les cyanures et c'est à leur action que l'auteur estime devoir surtout attribuer la réduction du manganèse.

Action des alcalis. — On sait que les alcalis s'accumulent dans les parties du fourneau les plus chaudes, mais on ne sait pas jusqu'à quel point. On a cependant constaté que dans les gaz immédiatement au-dessus des tuyères, la teneur des gaz comporte plus de 40 o/o de composés alcalins. Plus haut la teneur des gaz alcalins diminue considérablement, ce qui fait croire qu'une partie des gaz ont été arrêtés; on a généralement trouvé que dans ces gaz aux niveaux plus élevés, il y a moins de cyanures.

On a souvent supposé que les vapeurs alcalines se condensaient simplement à la surface plus froide des matériaux dans la partie supérieure du fourneau, qu'elles étaient ainsi amenées dans la zone des tuyères où elles incorporaient de nouveau de l'azote du vent. Mais en réfléchissant un peu, on se rend compte qu'à moins que ces vapeurs ne se soient arrêtées et combinées à un autre corps en donnant un composé relativement non volatile, elles n'auraient jamais pu arriver dans la région de combustion, car étant déposées à la surface des matériaux, elles auraient été rapidement volatilisées par le courant ascendant des gaz chauds. On peut donc admettre que les gaz alcalins, la plus grande partie à l'état de cyanures aux tuyères sont arrêtés dans leur ascension, le carbone et le métal alcalin sont oxydés enlevant au minerai non réduit une quantité correspondante d'oxygène.

Les oxydes alcalins dégagés continuent à s'élever, il s'en dépose une partie sur le minerai et cette partie se combine à la silice, à l'alumine et aux oxydes de manganèse. Les composés alcalins descendent en dissolvant tout ce qu'ils peuvent, les silicates et les aluminates alcalins arrivent jusqu'au creuset où la chaux déplace l'alcali, cet alcali passe dans la scorie d'où il est chassé au creuset. Les vapeurs des oxydes alcalins rencontrent le vent et donnent de nouvelles quantités de cyanures. Il est clair que la quantité d'alcali ainsi arrêtée, varie grandement avec la nature des surfaces avec lesquelles elles communiquent.

Il en est tout autrement avec les composés de manganèse et de soude et de manganèse et de potasse, car ils viennent en contact intime avec le carbone qui dégage l'alcali, celui-ci s'élève en donnant des combinaisons fusibles qui se répandent sur le coke comme précédemment. De cette façon, une partie des alcalis sert deux fois; d'abord comme cyanures, ils opèrent la réduction, puis, dégagés de leur carbone et de leur nitrogène, ils se combinent aux oxydes de manganèse et se répartissent dans la charge.

On pourrait, aussi, croire que ce sont les alcalis qui font qu'une teneur de manganèse relativement élevée se perd dans les scories, surtout quand la fusion se produit trop tôt. Si on arrivait à prévenir cette fusion, on n'aurait pas d'un côté cette redistribution du carbone et des oxydes, et on n'aurait pas non plus la même quantité de cyanures. Ce qui manque, c'est une méthode d'opérer avec laquelle le réducteur et les oxydes seraient en contact intime dès le chargement et avec laquelle les oxydes ne viendraient pas en contact avec les vapeurs alcalines chaudes. Il semble que c'est une explication justifiée de cette opération permettant de suggérer les lignes suivant lesquelles il y aurait des perfectionnements à faire. (Iron and coal Trades Review, 29-4-27). E. P

Mines

Mines de mercure en Algérie. — Le mercure n'est exploité que dans un nombre assez restreint de localités dans le monde. Il est intéressant de voir se développer la production d'un gisement dans notre Afrique du Nord (*L'Information*, 10 sept. 1927).

Dans le département de Constantine, la Société des Mines de mercure de Ras el Mag exploite une concession de 1.336 hectares en bordure de la route de Bône à Constantine. Cette exploitation traite journellement 40 tonnes de minerai à la teneur de 3,5 pour 1000 : soit par conséquent, 140 kilogs. par jour. Le rendement étant de 75 p. 100 de la teneur, cela fait un peu plus de 100 kilogs de mercure par jour et l'on espère porter le rendement au taux normal des autres exploitations soit 90 à 95 p. 100.

L. R.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 2 avril 1928

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *G. Calugareano.* — **Sur les fonctions polygènes d'une variable complexe.**

— *H. Milloux* (prés. par M. J. Hadamard). — **Sur quelques propriétés des racines des fonctions mésomorphes.**

— *G. Valiron* (prés. par M. Hadamard). — **Sur quelques propriétés des fonctions mésomorphes.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *S. Mandelbrojt* (prés. par M. Hadamard). — **Sur un point fondamental dans la théorie des séries de Dirichlet.**

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *Poitevin* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur la détermination des efforts internes dans les cylindres circulaires métalliques.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *E. Kogbtliantz* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la vitesse de propagation de l'attraction.**

ASTRONOMIE. — *P. Salet* (prés. par M. Maurice Hamy). — **Sur les erreurs dues à l'équation personnelle dans les observations de position angulaire d'étoiles doubles.**

Brève réponse, faite à M. Glasenapp, relative à la diminution de l'éclat des étoiles, dans l'emploi des prismes de réversion.

PHYSIQUE COSMIQUE. — *A. Nodon* (prés. par M. Deslandres). — **Relation entre les oscillations régulières des champs électriques et magnétiques terrestres, et les foyers solaires diamétraux.**

En comparant au moyen de graphiques la position relative des foyers conjugués diamétraux avec les variations des champs électrique et magnétique pendant les périodes précédentes, on constate que les actions électrique et magnétique ont été plus intenses pendant les passages des foyers diamétraux au méridien central, et les actions les plus faibles ont passages simultanés de ces foyers aux bords est et ouest du soleil. Les troubles les plus importants eurent lieu aux époques précédemment indiquées, correspondant à celles des transformations des foyers passagers.

TÉLÉPHONIE. — *Conti, de la Ville Le Roulx* et *Coret* (prés. par M. Rateau). — **Sélection des communications de départ et d'arrivée dans les réseaux téléphoniques à batterie centrale.**

Il est possible dans tous les réseaux téléphoniques à batterie centrale, d'effectuer sur les lignes desservant les postes particuliers, une sélection des communications d'après le sens dans lequel elles sont établies, et parmi celles qui émanent de l'organe de commutation, d'après la forme de l'appel qui les précède.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Jolibois, H. Lefebvre* et *P. Montagne* (transm. par M. H. Le Chatelier). — **Sur la reversibilité d'une réaction provoquée par l'étincelle ou le courant électrique.**

Les expériences effectuées par l'auteur mettent en évidence le double rôle que peuvent jouer l'étincelle et le courant électriques dans les réactions chimiques : 1° un rôle de catalyseur pour ramener à la stabilité les systèmes instables; 2° un rôle de transporteur d'énergie pour faire évoluer un système stable vers un état moins stable.

Ces résultats rapprochés de ceux qui avaient été obtenus antérieurement conduisent à conclure que si dans un tube contenant le mélange d'oxyde de carbone et d'oxygène, on fait jaillir l'étincelle de décharge sur la limite d'un condensateur de grande capacité, la combinaison est faible; au contraire, une étincelle continue correspondant à un courant de faible intensité provoque pour une même dépense d'énergie, une combinaison bien plus importante.

— *P. Laffitte* (transm. par M. H. Le Chatelier). — **L'influence de la température sur la formation de l'onde explosive.**

Une élévation de la température initiale d'un mélange gazeux combustible retarde la formation de l'onde explosive. Ce résultat peut être rapproché de celui obtenu en étudiant l'influence de la pression : l'augmentation de la pression initiale facilite la formation de l'onde explosive. Dans les deux cas l'accroissement de densité du mélange gazeux produit le même effet. Plus la température initiale est élevée, moins le mélange est lumineux; de même les effets de l'explosion sont moins intenses aux températures élevées qu'à la température ordinaire. Le bruit de l'explosion, relativement fort à la température ordinaire, est très faible à la température initiale de 350°. D'une manière générale, l'élévation de la température produit les mêmes effets qu'une dilution du même mélange gazeux initial par un gaz inerte.

CHIMIE ORGANIQUE. — *A. Seyewetz* et *D. Mounier* (transm. par M. V. Grignard). — **Action de la lumière sur les dérivés diazoïques.**

Les radicaux électronégatifs, introduits dans le noyau, exercent, pour les radiations ultraviolettes, un effet inverse de celui qu'ils produisent vis-à-vis de l'action de la chaleur. On peut classer les différents diazoïques dérivés de l'aniline et de ses produits de substitution en para, par ordre de sensibilité décroissante aux rayons ultraviolets. L'anhydrification entre le groupement diazoïque et le radical substitué paraît favoriser l'instabilité à la lumière.

— *M. Godchot* et *G. Cauquil* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Transposition moléculaire dans la série du cycloheptane.**

Les auteurs ont montré précédemment (*R. R.*, 186, 1928, p. 375), que l'action de l'iodure de méthylmagnésium sur l'α-chlorocycloheptanol donnait naissance au méthylcyclohexylcarbinol, par suite d'une transposition moléculaire rompant le cycle en C^7 et le ramenant à un cycle en C^6. Ils généralisent aujourd'hui ce fait assez curieux en mettant en œuvre, à la place de CH^3MgI, le bromure de phénylmagnésium, toujours en présence de l'α-chlorocycloheptanol et en suivant la même technique. On obtient ainsi le phénylcyclohexylcarbinol :

$$C^6H^{11}.\ CHOH.\ C^6H^5.$$

— *J. Bougault* et *J. Leboucq* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur les semicarbazides substituées en 1 et en 2. Benzyl-1-semicarbazide et benzyl-2-semicarbazide.**

La benzylsemicarbazide de Curtius fondant à 135° n'est pas la benzyl-1-semicarbazide, mais la benzyl-2-semicarbazyde. Ce fait, joint à ceux déjà connus, confirme l'interprétation donnée par les auteurs dans leur travail au sujet de la formation des semicarbazydes substituée : c'est le caractère plus ou moins électronégatif du radical substitué de l'hydrazine qui oriente la réaction.

MÉTÉOROLOGIE. — *P.-L. Mercanton.* — **Le rayonnement nocturne à Lausanne.**

Par nuit sereine, avec des rayonnements réels compris entre un minimum de 0.070 cal/cm²—min. et un maximum de 0.157 et qui, dans 41 p. 100 des cas, ont atteint ou dépassé 0.100 cal/cm²—min., la fraction de rayonnement a été en moyenne 20.9 ± 0.2 p. 100. Son mini-

mum est descendu à 15,2 p. 100 et son maximum est monté à 30,8 p. 100, dans un cas d'ailleurs exceptionnel. L'écart moyen d'un résultat a été de l'ordre de ± 2,5 p. 100.

Par nuits couvertes, l'auteur a constaté une énorme diminution du rayonnement. Sa moyenne a été de 0,0035 cal/cm²—min. pour une température moyenne de + 0°9. A deux reprises et notamment au cours entier de la nuit du 6 au 7 décembre 1926, la déperdition d'énergie a été nulle. Pour l'ensemble des séries la fraction de rayonnement n'a été que de 0,8 p. 100.

ANTROPOLOGIE PRÉHISTORIQUE. — *M. Baudouin* et *Morel* (prés. par M. Charles Richet). — **Un cas unique de paléopathologie. Pointe de flèche dans une vertèbre dorsale humaine.**

M. Morel a trouvé dans un ossuaire préhistorique, à Sainte-Enimie (Lozère), des ossements parmi lesquels se trouvait une seconde vertèbre dorsale dans laquelle était fixée une pointe de flèche. Les auteurs font remarquer que toutes les autres observations analogues se rapportaient à des vertèbres lombaires.

L. Franchet.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Gabriel Bertrand* et *Georges Nitzberg*. — **Préparation par la bactérie du sorbose, d'un nouveau sucre réducteur à 7 atomes de carbone.**

L'α-glucoheptile peut être transformée par oxydation, sous l'influence de la bactérie du sorbose en un nouveau sucre réducteur de formule brute $C^7H^{14}O^7$, présentant avec l'α-glucoheptose, une étroite parenté. Il est probable, d'après les recherches antérieures sur l'action biochimique de la bacterie du sorbose que ce nouveau sucre est de nature cétonique.

GÉOLOGIE. — *P. Teilhard de Chardin.* — **La nature et la succession des éruptions postpaléozoïques en Chine septentrionale.**

Dans cette région, les principaux plissements reconnaissables (ils sont d'age mésozoïque) ont affecté une zone où le socle paléozoïque semble avoir subi, aux débuts du Secondaire, une pénéplainisation supprimant, en beaucoup de points, les dépôts carbonifères et triasiques qui surmontent d'habitude (en concordance angulaire) le Sinien, le Cambrien et l'Ordovicien en Chine du Nord.

L'ensemble des diverses roches (andésites et dacitoïdes, rhyolites et granites, basaltes et limburgites), constitue une série calco-alcaline remarquablement homogène, dépourvue de toute anomalie.

VOLCANOLOGIE. — *Const. A. Kténas* et *P. Kokkoros*. — **Sur les phases de l'éruption parasitaire de Fouqué-Kaméni (Santorin).**

La première phase est signalée par l'absence de magma neuf. L'activité était purement explosive, et elle se manifestait, jusqu'au 2 février, par quatre cratères d'explosion situés à la base du conodôme de 1925. La deuxième phase se caractérise par la formation rapide du dôme parasitaire du 4 mars. La lave éjectée est similaire, au point de vue minéralogique, à celle de 1925

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *H. Chermezon* (prés. par M. Henri Lecomte). — **Sur les feuilles ensiformes de quelques Cypéracées.**

Les Cypéracées observées (*Cladium flexuosum*, *Lepidosperma resinosum*, *Chrysithrix capensis*), ont des feuilles distiques-équitantes, fortement comprimées dans le plan vertical, possédant par conséquent deux faces latérales, un bord supérieur et un bord inférieur. D'après leur structure, ce seraient des plantes à feuilles complètement hypotrophes (face inférieure très développée, face supérieure nulle), ayant subi en outre une forte compression latérale.

ANATOMIE. — *Paul Chabanaud* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **L'urohyal des Poissons de la famille des Soléidés.**

Le degré d'ouverture de l'angle de l'urohyal des Soléidés varie indépendamment de la forme des autres parties du corps. Les trois espèces vivantes, européennes, classées dans le genre *Microchirus*, en donnent un exemple typique.

Le degré d'ouverture de cet angle, dont la constance paraît absolue pour une espèce donnée, doit être considéré comme l'indice d'une spécialisation d'autant plus avancée que ce degré est lui-même plus faible, ce que démontre, entre autres, la morphologie des espèces du groupe si remarquable, à tant d'égards, des Apionichthyidés.

PHYSIOLOGIE. — *Raymond-Hamet* (prés. par M. Charles Richet). — **Sur la pseudo-inexcitabilité du pneumogastrique cardiaque provoquée par l'uzarine et l'extrait d'uzara.**

L'uzarine qui, au stade initial de son action, augmente l'excitabilité du pneumogastrique cardiaque provoque, à la période subterminale de son action toxique, l'inexcitabilité apparente de ce même pneumogastrique. Sur le ventricule, en effet, l'exitation au cou du bout périphérique du vague est alors inefficace, cependant que, sur l'oreillette, elle agit plus fortement que sur l'animal normal.

L'uzarine, plus soluble que la digitaline et beaucoup moins toxique que l'ouabaïne, mérite donc de prendre place à côté de ces glucosides dans la thérapeutique cardiaque.

— *Léon Binet* et *René Fabre* (prés. par M. F. Widal). — **Variations de la teneur du sang en acide urique suivant l'état de la fonction respiratoire ; l'hyperuricémie asphyxique.**

L'asphyxie mécanique, réalisée chez un chien, détermine une élévation nette du taux de l'acide urique dans le sang ; cette élévation est de 17 à 18 pour 100 en moyenne avec des variations assez étendues. Cette hyperuricémie est générale et porte sur le plasma et sur les globules du sang. Elle est passagère et renouvelable. Elle n'est pas fonction d'une élévation numérique des hématies et s'observe avec les mêmes caractères chez le chien splénectomisé.

L'hyperventilation pulmonaire, réalisée pendant 30 à 45 minutes chez les chiens normaux, ne modifie pas le taux d'acide urique dans le sang total.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Mme M. Phisalix* et *F. Pasteur* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **Les rayons ultraviolets détruisent le pouvoir rabicide du venin de la Vipère aspic (*Vipera aspis* L.).**

Les rayons ultraviolets ont une action destructive élective sur les pouvoirs antivenimeux et antirabique du venin de Vipère, ou, plus exactement, sur les antigènes distincts qui conditionnent ces pouvoirs.

CHIMIE PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *R. Douris* et *J. Beck* (prés. par M. d'Arsonval). — **Action des colloïdes minéraux sur les sérums sanguins normaux et syphilitiques.**

Aux réactifs colloïdaux instables employés pour le séro-diagnostic de la syphilis par précipitation, les auteurs ont voulu substituer des colloïdes présentant le même état physique et une composition chimique constante. Ils sont arrivés au résultat en ajoutant successivement au sérum les deux réactifs nécessaires à la formation du

colloïde. Celle-ci résulte d'une double décomposition chimique au sein même du liquide à examiner. Le colloïde se trouve ainsi intimement réparti dans le sérum sur lequel il est appelé à agir. Les résultats intéressants de cette Note ayant trait à des substances minérales (soufre, sulfure, ferrocyanure, acides colloïdaux) engagent les auteurs à poursuivre les mêmes études avec des substances d'une affinité plus marquée pour le sérum sanguin.

BIOLOGIE PHYSICO-CHIMIQUE. — *Fauré-Frémiet* et *M^lle Choucroun* (prés. par M. Jean Perrin). — **Mésure de l'épaisseur de lames minces protoplasmiques.**

En examinant avec un appareil auto-collimateur comportant un objectif à immersion à eau, soit des monocytes de Lapin, soit des amibocytes d'Astérie, d'Arénicole ou de Lombric étalés sur une lame de verre porte-objet, les auteurs ont constaté que les lames protoplasmiques, périphériques, souvent invisibles par transparence, montrent par réflexion des colorations plus ou moins vives disposées en plages plates irrégulières ou en anneaux concentriques.

Les amibocytes d'Astérie observés dans l'eau de mer ou dans une solution isotonique de NaCl ou de $MgCl^2$ ont montré toute une série de colorations, depuis les teintes du deuxième ordre jusqu'aux blancs d'ordre supérieur; en tenant compte de l'indice relatif moyen de ces cellules, on trouve pour l'épaisseur de ces lames protoplasmiques des valeurs variant entre o μ 13 et un peu plus de 1 μ.

P. GUÉRIN.

Séance du 11 avril 1928

GÉOMÉTRIE. — *R. Cœnen.* — **Sur la courbure géodésique moyenne.**

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *G. Vranceanu* (prés. par M. Hadamard). — **Sur quelques tenseurs dans les variétés non holonomes.**

PHYSIQUE SOLAIRE. — *Edward Stenz* (prés. par M. Bigourdan). — **Observation de la radiation solaire et de l'opacité atmosphérique, faites à Jokkmokk pendant l'éclipse de soleil du 29 mai 1927.**

L'auteur indique dans un tableau quelques-unes des valeurs qu'il a calculées d'après les mesures de l'intensité de la radiation solaire, mesures effectuées durant l'éclipse du 29 mai 1927, en Laponie suédoise.

MAGNÉTISME. — *Ch. Jacquet* (transm. par M. Pierre Weiss). — **Recherches expérimentales sur l'aimantation des roches volcaniques du département du Puy-de-Dôme**

L'aimantation à saturation a été mesurée, en utilisant la balance à translation de MM. Foëx et Forrer. Les plus fortes valeurs de σ sont données par des enclaves; l'auteur a trouvé $\sigma=9,20$ pour une enclave dans l'andésite du puy d'Allon, soit le dixième de l'aimantation de la magnétite. Neuf échantillons ont une aimantation à saturation supérieure à 4 unités; 17 échantillons ont une aimantation comprise entre 3 et 4 unités; les autres échantillons ont une aimantation inférieure.

MAGNÉTISME ET MAGNÉTO-OPTIQUE. — *H. Ollivier* (transm. par M. Pierre Weis). — **Recherche de la variation thermique du pouvoir rotatoire magnétique, dans un cas où le coefficient d'aimantation est positif et indépendant de la température.**

Le bichromate de sodium est doué du paramagnétisme constant mais faible. Si la loi d'addivité est applicable dans le cas étudié, on peut conclure que pour ce corps, la constante de Verdet, rapportée à l'unité de masse, ne varie de 7° à 61°, que d'une quantité inférieure aux erreurs d'expérience.

CHIMIE PHYSIQUE. — *A. Boutaric* et *F. Barrès* (prés. par M. Charles Moureu). — **Sur l'immunité du granule dans les solutions colloïdales.**

Les expériences ont montré que conformément aux conceptions de M. A. Lumière, il existe une certaine analogie d'allures entre les cellules vivantes et les colloïdes à l'état du sol d'une part, entre les cellules mortes et les colloïdes floculés, d'autre part.

CHIMIE ORGANIQUE. — *D, Bodroux* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Condensation du cyclohexéne avec quelques hydrocarbures aromatiques en présence du chlorure d'aluminium.**

Le cyclohexène et plusieurs de ses homologues supérieurs peuvent s'unir aux carbures aromatiques les plus variés. L'auteur indique dans cette Note les résultats obtenus avec le cyclohexène et quelques carbures de la série C^nH^{2n-6} suivant un mode opératoire particulier qu'il décrit.

— *L. Palfray* et *B. Rothstein* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur quelques dérives de la quinite.**

Les auteurs ont indiqué antérieurement (*C. R.*, 186, 1928, p. 872), les conditions de préparation et les propriétés des isomères purs de la quinite. Dans cette nouvelle Note ils décrivent quelques dérivés d'acides organiques préparés à partir de ces isomères purs.

L. FRANCHET.

LITHOLOGIE. — *A. Lacroix.* — **La composition des laves basaltiques de l'Indochine.**

Ces roches jouent un rôle important au point de vue agronomique; c'est, en effet, leur décomposition qui donne naissance à la *terre rouge* sur quoi sont établies les plantations d'Hévéa et de Caféier, l'une des principales richesses de l'Indochine. Cette série basaltique comprend des types à silice libre pouvant atteindre 8,7 pour 100 et des types à silice déficitaire. Ces derniers prédominent en Indochine; ils sont riches en olivine.

La série basaltique indochinoise est comparable à celle de la Chine septentrionale, mais elle est plus complète, car cette dernière ne renferme que des basaltes du second type. Comme elle, elle se termine par des types à néphéline virtuelle, mais ceux-ci sont moins développés en Indochine qu'en Chine.

PROTISTOLOGIE. — *Charles Nicolle* et *Charles Anderson.* — **Sur la présence au Maroc du spirochète de la fièvre récurrente espagnole.**

Par le fort pouvoir pathogène vis-à-vis du cobaye qu'ils sont seuls à posséder parmi les spirochètes sanguicoles connus, et par leurs réactions d'immunité croisée, les spirochètes espagnol et marocain, tous deux convoyés dans la nature par une même tique (*Ornidhodorus marocanus*), doivent être considérés comme appartenant à la même espèce; la souche marocaine est peut-être un peu plus virulente que l'espagnole pour le cobaye.

BOTANIQUE. — *R. Morquer* (prés. par M. Molliard). — **Sur la valeur systématique des genres *Dactylium* et *Diplocladium* et spécialement sur le *Dactylium macrosporum*.**

L'étude que l'auteur a faite d'un champignon qu'il rapporte au *Dactylium macrosporum* (Link) Saccardo l'amène à cette conclusion que c'est à tort que Massée a voulu ranger cette espèce dans le genre *Diplocladium*, puisqu'elle présente tardivement trois septa conidiens.

— *A Sartory, R. Sartory* et *J. Meyer* (prés. par M. Molliard). — **Influence du radium sur la production des zygospores chez *Mucor spinosus* Van Tieghem (*Zygorhynchus spinosus*.**

Par l'irradiation à des doses supérieures à 8 millicuries par centimètre carré l'organisme en expérience n'a plus germé, sauf sur le milieu dissocié par le thorium à 0,01 pour 100 où on a constaté un épaississement des membranes des filaments et des sporanges.

L'irradiation à une dose de 5,5 millicuries par centimètre carré à une distance de 8 cm. de la culture a occasionné le phénomène sexué seulement dans le milieu spécifique : jus de carotte gélatiné dissocié par le chlorure de sodium.

Les caractères de la reproduction sexuée (hétérogamie et présence d'azygospores) conduisent à faire rentrer l'organisme expériementé dans le genre *Zygorhynchus* créé par Vuillemin.

EMBRYOGÉNIE. — *E. Brumpt* (prés. par M. Joubin). — **Etude de l'autofécondation du mollusque aquatique pulmoné, *Bullinus contortus*.**

Les observations relatées dans cette Note en ce qui concerne le genre *Bullinus*, ajoutées à celles publiées par d'autres auteurs, montrent que l'autofécondation est un phénomène d'une très grande généralité chez les mollusques gastéropodes. L'autocopulation et la copulation croisée semblent totalement inutiles à la conservation de l'espèce.

PHYSIOLOGIE. — *J. B. Abelous* et *H. Lasalle* (prés. par M. Ch. Richet). — **Origine humorale des modifications de l'excitabilité du système nerveux au cours de la dégénérescence wallérienne d'un nerf sectionné.**

L'injection du sérum d'un animal normal à un animal de même espèce ne modifie pas l'excitabilité nerveuse.

Par contre, l'injection du sérum d'un animal dont un nerf sciatique a été sectionné quand le sang est prélevé au moment où l'excitabilité du nerf homologue intact a atteint son maximum, augmente considérablement l'excitabilité.

— *Emile F. Terroine* et M^me^ *Hélène Sorg-Matter* (transm. par M. d'Arsonval). — **Influence de la grandeur des dépenses de thermogenèse sur le métabolisme azoté endogène.**

Chez tout homéotherme, à toute variation de température extérieure entraînant une augmentation de la dépense énergétique, correspond une augmentation proportionnelle de la dépense azotée endogène.

En dehors de l'intérêt qu'elle présente en soi, cette constatation constitue une nouvelle preuve de la soumission de la dépense azotée endogène à la dépense énergétique.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Georges Lakhovsky* (prés. par M. d'Arsonval). — **L'action sur les êtres vivants des circuits oscillants captant les ondes cosmiques.**

Trente plants de Pélargoniums ayant été inoculés avec le *Bactérium tumefaciens*, l'auteur dispose autour de l'un d'eux un circuit métallique ouvert. A ce moment, le sujet portait une tumeur cancéreuse de la grosseur d'une noisette. Un mois plus tard, tous les Pélargoniums témoins ou rameaux inoculés étaient morts, à l'exception du sujet entouré du circuit oscillant et qui était complètement guéri après un mois.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Em. Perrot* et *P. Bourcet* (prés. par M. Desgrez), — **Une nouvelle méthode de dosage de la digitaline cristallisée.**

Les auteurs décrivent, dans cette Note, un procédé de dosage de la digitaline cristallisée, en opérant sur trente grammes de feuilles. Après épuisement à l'alcool, distillation, dessiccation du résidu qu'on épuise au chloroforme et enfin distillation de ce dernier, le résidu vert obtenu est repris par du pinène. Dans ces conditions, quand le pinène ne laisse pas de résidu insoluble, lors de la reprise du résidu chloroformique, on peut être certain que la feuille analysée ne contient pas de digitaline cristallisée, et, d'autre part, quand la digitaline précipitée n'atteint pas, une fois desséchée, le poids de 4 mgr., la plante ne peut servir à la fabrication industrielle de ce glucoside.

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. Th. William Richards, correspondant pour la section de Chimie vient de mourir. M. Richards, Professeur à l'Université de Harvard College, titulaire du Prix Nobel, était l'auteur de très remarquables travaux sur les atomes.

— M. G. Ferrié a été désigné pour faire une lecture à la séance annuelle des cinq Académies le 25 octobre 1928.

Academie de Médecine. — M. F. Lagrange, membre associé national depuis 1921, vient de mourir.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — Les thèses suivantes ont été soutenues à la Sorbonne pour le doctorat ès-sciences :

1^er^ mai, M. Rizzolo : « *Etudes expérimentales concernant l'écorce cérébrale du chien.* »

2 mai, M. Bardan : « *Recherches sur les amines du groupe de la benzylamine.* »

M. Sebag : « *Sur l'équation aux dérivées fonctionnelles partielles relatives à l'aire d'une surface minima limitée à une courbe gauche et sur la recherche de ses solutions homogènes.* »

5 mai M, M. Nicolesco : « *Fonctions complexes dans le temps et dans l'espace.* »

— *Cité universitaire.* — Le 30 avril, a eu lieu la pose de la première pierre de la Maison des Etudiants des Etats-Unis, à la Cité universitaire, 7, boulevard Jourdan.

Cette fondation est due à la générosité de deux bienfaiteurs américains, le D^r^ et Mrs Homer Gage.

Ecole supérieure Nationale des Mines. — Les élèves sortis de l'Ecole Polytechnique (Français et étrangers internes) désirant entrer, en octobre 1928, comme élèves titulaires à l'Ecole Nationale supérieure des Mines dans les conditions prévues par les articles 23 et 24 du décret du 19 septembre 1919, modifié par les décrets des 25 mars 1924 et 25 avril 1925, devront adresser leur demande d'admission au Directeur de l'Ecole des Mines, 60, boulevard Saint-Michel, à Paris (6^e^), avant le 15 juillet 1928. A cette demande devra être joint le bulletin de sortie de l'Ecole Polytechnique faisant connaître le rang de sortie de l'élève et sa moyenne générale.

Le nombre des admissions à prononcer sera au maximum de quinze.

Ecole Nationale de Céramique de la Manufacture de Sèvres. — Il sera ouvert le lundi 16 juillet 1928, à l'Ecole

Nationale supérieure de Céramique de Sèvres, un concours pour l'admission de 7 élèves de nationalité française et 3 élèves de nationalité étrangère.

Pour être admis à concourir, les candidats devront être nés avant le 1er juillet 1912, pour les Français, et avant le 1er juillet 1911 pour les étrangers.

Pour tous renseignements, s'adresser au Ministère de l'Instruction Publique et des Beaux-Arts, direction générale de l'Enseignement technique, 3e bureau, 110, rue de Grenelle, Paris (7e), ou à la Direction de l'Ecole à Sèvres, 4, Grande Rue.

Université de Lille. — Le Recteur est autorisé à accepter le legs, consenti par Mme Veuve Cordier, d'une somme de 40.000 fr. dont les arrérages seront affectés à la constitution d'une bourse d'études qui, sous le nom de « Bourse Jules-Achille Cordier » sera attribuée, pour une durée de cinq années à un étudiant ayant accompli toute sa scolarité à la Faculté des Sciences de l'Université de Lille et se consacrant exclusivement à l'étude des sciences physiques, chimiques ou naturelles (biologie de préférence). Le bénéficiaire de la Bourse devra être fils d'un instituteur natif du département des Ardennes et y ayant fait toute sa carrière.

Université d'Aix-Marseille. — Par arrêté du 28 avril 1928, un concours s'ouvrira le lundi 5 novembre 1928 devant la Faculté de Médecine de Montpellier pour l'emploi de Professeur suppléant d'anatomie et de physiologie à l'Ecole de plein exercice de Médecine et de Pharmacie de Marseille.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Cours d'astronomie de l'Ecole Polytechnique, par H. Faye, Revu et mis à jour par le général Bourgeois, membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes, professeur à l'Ecole Polytechnique. 1re partie, 1er fascicule. In-8° de 360 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. —

Le Cours d'astronomie de Faye a été un des traités qui ont eu le plus de succès. Il le doit à la clarté de l'exposition, à l'heureux choix des matières enseignées, et surtout à l'impression que donne chaque page d'être non un exposé abstrait des théories, mais une base solide et un point de départ commode pour les applications. Ce sont là à la vérité les qualités maîtresses de l'enseignement de la grande école.

Malheureusement, ce cours est déjà bien ancien. Depuis 1881 la science astronomique a complètement évolué; la photographie a introduit de nouvelles méthodes dans tous les genres d'observations, l'étude du monde sidéral a pu être abordée avec fruit, les problèmes que pose le monde solaire et auxquels se consacraient la plupart des astronomes du XIXe siècle sont de plus en plus délaissés. La nouvelle tendance est bien marquée par ce fait parmi les 32 commissions de l'Union Astronomique internationale, 7 seulement ressortissent à l'astronomie de position. En Géodésie la transformation a été aussi bien profonde; l'emploi du métal invar dans les appareils de mesure de bases, celui de la T.S.F. dans les déterminations des différences de longitudes ont apporté dans ces opérations si délicates de telles simplifications que les anciennes méthodes ne sont plus guère employées. De grands travaux ont été accomplis pour la mesure d'arc de méridiens et d'arcs obliques sous l'équateur, au pôle et sous les latitudes moyennes; les observations d'intensité de la pesanteur se sont développées, les stations géodésiques où l'on a mesuré les coordonnées astronomiques se sont multipliées. Tout cet ensemble a ouvert la voie à des études nouvelles sur la forme et la constitution du géoïde.

Publier dans ces conditions une nouvelle édition d'un cours datant de 45 ans est une entreprise difficile; il faut conserver le caractère propre du livre tout en le mettant en harmonie avec l'état nouveau de la science; c'est à la vérité une œuvre nouvelle qu'il faut entreprendre. Nul ne pouvait se charger de cette tâche avec plus de succès que le général Bourgeois. Ancien élève du Maître, mais aussi son successeur à la chaire d'astronomie de l'Ecole Polytechnique, il était particulièrement apte à conserver à l'ouvrage ses qualités didactiques si remarquables; ayant par ses propres travaux marqué d'une trace profonde les grandes entreprises géodésiques des trente dernières années, au cours d'une carrière extrêmement féconde, il était tout préparé à juger quels sont dans les récents progrès de la science les notions nouvelles qu'on peut considérer comme acquises et qui doivent trouver place dans l'enseignement.

On peut juger de l'importance des additions et des remaniements qui ont été nécessaires par ce fait que, tandis que l'ancienne édition tenait en deux volumes, la nouvelle demandera quatre fascicules; celui qui vient de paraître est un volume de 360 pages aussi rempli que les anciens. Dans ce premier fascicule on trouve l'astronomie sphérique, la théorie des erreurs et la navigation. L'astronomie sphérique comprend les fondements de la science qui peuvent le moins changer. Le général Bourgeois a conservé sans grandes modifications l'exposé de Faye; par contre, la théorie des erreurs, si délicate à expliquer, a été assez profondément remaniée, et rendue plus claire encore; dans l'étude des instruments, on a introduit l'équatorial photographique, le coudé, l'astrolabe à prisme. Dans le deuxième fascicule, qui est à l'impression, il y aura beaucoup plus de changements; la mesure des bases, le calcul des arcs de méridiens, le calcul des mesures de la pesanteur, les déviations de la verticale, l'isostasie, qui n'existaient pas et pour cause, dans l'édition de 1881, y sont traités. Les deux autres fascicules concernent l'astronomie. Ils seront remaniés encore plus, et mis en harmonie avec ce qu'a professé à l'Ecole Henri Poincaré et ce que professe actuellement le Général. Le dernier fascicule en particulier sera consacré entièrement à l'astronomie physique dont il était à peine question dans l'ancienne édition.

On ne peut douter que cette nouvelle édition n'ait le même succès que la précédente. Le général Bourgeois en la réalisant aura rendu un grand service aux astronomes, aux géodésiens, aux marins, à tous ceux qui ont besoin d'avoir une notion bien nette des problèmes qui se posent et de la façon de les résoudre.

Jules Baillaud.

Les filtres électriques. — L'alimentation des postes récepteurs, par M. Veaux, ingénieur en chef des P.T.T. In-8° de 300 pages. Librairie de l'Enseignement Technique, Léon Eyrolles, éditeur, Paris. Prix : 39 fr.

Cet ouvrage fait partie de la collection que M. Veaux rédige pour la librairie de l'enseignement technique et qui, si elle ne s'adresse pas aux ingénieurs spécialisés dans l'étude de la T.S.F., est d'un niveau assez élevé. Il est divisé en quatre chapitres.

Dans le premier, l'auteur rappelle sommairement les principes des piles et des accumulateurs, la description des différents modèles, leur entretien et leur utilisation pour le chauffage des filaments et l'alimentation des plaques des triodes des appareils récepteurs.

Le troisième chapitre s'occupe de la charge des accumulateurs soit à partir du courant continu, soit à partir du courant alternatif. Signalons dans cette dernière partie qui est évidemment la plus importante du chapitre, les descriptions et le fonctionnement des redresseurs mécaniques, des redresseurs à vapeurs de gaz rares, à argent colloïdal, à vapeur de mercure, des groupes convertisseurs.

Le quatrième chapitre a trait à l'alimentation des postes récepteurs à partir du courant continu ou alternatif. On y trouve notamment l'utilisation des soupapes électrolytiques, des triodes, ainsi que les différents montages utilisés pour éliminer les ronflements dûs soit aux variations alternatives de température du filament, à la forme non rectiligne de la caractéristique de grille, etc. La fin de cette partie donne les descriptions de quelques ensembles appelés boîtes d'alimentation que l'on trouve dans le commerce.

Au cours de la 3e et surtout de la 4e parties, l'auteur a été conduit à parler de filtres pour éliminer les fréquences parasites. Il a donc jugé utile de faire au préalable la théorie des filtres et c'est là l'objet du deuxième chapitre. C'est une grosse question qui ne peut se traiter sans l'appui des mathématiques; dans un espace aussi restreint, l'auteur a donc été obligé de se limiter au cas où on néglige la résistance des filtres. D'autre part, il laisse ignorer aux lecteurs les filtres à cellules complexes qui semblent devoir se substituer dans l'avenir aux précédents. Tout ceci enlève beaucoup d'intérêt à l'exposé de la question des filtres, mais est cependant très utile pour faire comprendre les applications contenues dans l'ouvrage.

En résumé, cet ouvrage, sans contenir rien de nouveau, peut rendre d'utiles services aux amateurs qui veulent se rendre compte de ce qu'ils font. Ils auront le précieux avantage d'y trouver de nombreux exemples numériques.

P. ABADIE.

La guerre chimique, par le Lieutenant-Colonel D. P. BLOCH. In-8° de 118 pages et 19 figures. Berger-Levrault, éditeur, Paris. — Prix : 6 francs.

L'auteur étudie les problèmes que pose, du point de vue militaire, l'emploi des gaz en temps de guerre. Après un court historique, il envisage successivement : la tactique et l'avenir des gaz; la surprise technique; la protection; les fumigènes; l'industrie chimique et la guerre. Ce sont là des problèmes extrêmement importants, qui peuvent se poser un jour avec une gravité particulière, et sur lesquels il est bon que tout Français soit informé. Le livre du Lieutenant-Colonel Bloch mérite donc de retenir l'attention. Du reste, il est facile à lire et les sujets qu'il aborde ne nécessitent du lecteur aucune connaissance spéciale.

A. Bc.

The first Greenland expedition of the university of Michigan In-8° de 60 pages. (*Geographical Review*, janvier 1927).

Les Universités américaines sont en état d'organiser des excursions scientifiques qui sont de véritables voyages d'exploration. Tel a été le cas de la première expédition de l'Université de Michigan au Groenland, sous la direction de W. H. Hobbs; une seconde expédition, sur un plan plus large, doit avoir lieu cette année. L'expédition a séjourné de juillet à septembre aux environs d'Holstensborg, où la distance de l'inlandsis à la côte est plus grande qu'ailleurs. Les recherches ont porté sur la morphologie et sur les oscillations glaciaires, et sur les différents caractères de la météorologie dans le district exploré; mais le principal objet consistait dans la détermination de l'anticyclone groenlandais dont les récits des explorateurs faisaient deviner l'existence; de là les recherches aérologiques par ballons-sondes et ballons-pilotes. Etablissement d'une échelle de marée et d'une station de T.S.F.. Très belles photographies.

C. VALLAUX.

Etudes d'hyperchimie. Chimie et Alchimie. par F. JOLLIVET CASTELOT, président de la Société Alchimique de France, Directeur de la « Rose-Croix ». In-12 de 285 pages. Emile Noury, éditeur, Paris. Prix : 15 francs.

L'auteur s'est proposé de « faire une mise au point de l'Alchimie, comparée sinon opposée à la Chimie qui en est issue... et d'esquisser le caractère synthétique de l'Alchimie, branche de la Philosophie Hermétique qui embrasse le Monde, exprime et traduit le mystère de la pensée divine qui l'imprègne et le dirige ».

Ces lignes de l'avant-propos caractérisent suffisamment cet ouvrage, qui intéressera sans doute moins les savants de laboratoire que les Psychologues et Sociologues curieux d'étudier les survivances d'une mentalité qu'ils auraient tort de croire disparue à jamais.

R. T.

Les vertiges labyrinthiques, par le Dr André MOULONGUET, oto-rhino-laryngologiste des hôpitaux de Paris. In-16 de 166 pages avec 17 figures (*Collection Médecine et chirurgie pratique*). Masson, Editeur, Paris. — Prix : 18 fr.

Cet excellent petit livre met au point pour le praticien la question si difficile du vertige et lui permet de s'orienter dans le dédale si embrouillé de la pathologie labyrinthique.

L'auteur expose de façon claire et précise les notions actuellement bien établies de la physiologie du labyrinthe; puis, décrit minutieusement la façon d'examiner un vertigineux qui vient consulter. Les réponses aux différentes épreuves labyrinthiques permettent de ranger le malade dans telle ou telle catégorie de vertigineux; cette interprétation des résultats de l'examen vestibulaire constitue la partie vraiment originale de ce livre, celle qui rendra les plus grands services aux praticiens dans l'embarras.

Cette discrimination des différentes catégories de vertigineux permet d'orienter logiquement le traitement.

Dans un dernier chapitre, le médecin trouvera les notions les plus récentes sur les moyens médicaux et chirurgicaux de traiter les vertiges.

Dr J. PR.

Le fluide humain devant la Physique révélatrice et la Métapsychique objective. Contribution à l'étude expérimentale des phénomènes électriques, lumineux, magnétiques et physiologiques, psychiques et parapsychiques, par M. G. MONDEIL. In-8° de XVI-652 pages avec 42 figures et une planche. Berger-Levrault, éditeur, Nancy-Paris-Strasbourg. Prix : 40 fr.

Cet ouvrage se compose de deux parties très distinctes : la première expose les curieuses expériences d'électrisation par frottement au cours desquelles l'auteur a obtenu des phénomènes lumineux (étincelles, phosphorescences, luminescences) et des phénomènes magnétoïdes et de télékinésie (attractions et répulsions de pendules, d'objets légers, actionnement d'une sonnette, d'une balance...). Il refuse à bon droit d'avoir recours pour les expliquer au prétendu « fluide humain » et n'y voit qu'une applica-

tion nouvelle des lois encore mal connues de l'électricité physiologique.

La deuxième partie est un exposé très documenté, mais qu'on ne pourra s'empêcher de trouver bien diffus, des raisons sérieuses que tout esprit scientifique doit avoir présentement de douter de la réalité des phénomènes de matérialisations ectoplasmiques. On y trouvera un utile historique des multiples fraudes et impostures dont se se sont rendus coupables les médiums les plus célèbres au cours des dernières années. R. T.

La Cité humaine. Esquisse d'une Sociologie Dialectique, par Emile Lasbax, professeur de philosophie à la Faculté des Lettres de Clermont-Ferrand. Deux volumes in-16 de 313-369 pages. Librairie philosophique J. Vrin, Paris. — Prix : 50 fr. les deux volumes.

Poursuivant l'œuvre de synthèse dialectique qu'il a entreprise, l'auteur s'efforce de démontrer que la loi de rythme ternaire dont il a établi l'existence dans la vie psychologique (activité, représentation, affectivité), se retrouve dans l'évolution de l'humanité, s'il est vrai que la « Cité humaine » de l'avenir doive être la synthèse harmonieuse de la « Cité divine » primitive et de la « Cité naturelle » des trois derniers siècles.

Le tome I est consacré à l'histoire des systèmes sociologiques. C'est un vaste tableau panoramique où revivent sous nos yeux, dans une belle lumière et solidement enchaînées les unes aux autres, toutes les doctrines politiques par lesquelles réformateurs et philosophes ont cherché à mettre de l'ordre dans la pâte sociale, depuis le plus lointain Orient jusqu'au fascisme contemporain.

Le tome II dégage les lois générales de l'étude des mouvements sociaux (cinématique), des institutions ou valeurs éthiques, économiques et politiques (statique) et des transformations de la civilisation (dynamique). Et cette théorie de l'humanité s'achève dans une philosophie des valeurs dont sont esquissées en conclusion les applications pédagogiques.

A travers les deux volumes l'auteur fait preuve d'une ampleur de vues, d'une richesse d'information, d'une originalité et d'une sérénité de pensée qui imposent l'admiration. En présence d'une telle tentative, dont l'audace et la vigueur systématique rappellent la grande œuvre d'Aug. Comte, on ne peut songer à relever telles erreurs de détail ou telles bizarreries de vocabulaire. Toutes les pages méritent l'attention et la discussion. C'est une mine de documents et d'idées. On y trouvera notamment une critique approfondie et décisive des théories positivistes et durkheimiennes. Certains reprocheront sans doute à M. Lasbax de transformer la sociologie en une philosophie de l'histoire. Mais a-t-on prouvé que la sociologie puisse être autre chose ? R. Troude.

La Raison primitive. Essai de réfutation de la théorie du Prélogisme, par M. Olivier Leroy, docteur ès-sciences politiques et économiques, agrégé de l'Université. Un vol. in-8° carré de 316 pages avec 23 illustrations dont 15 planches hors-texte. Librairie Orientaliste Paul Geuthner, Paris.

Y a-t-il, comme l'a soutenu M. Lévy-Bruhl, une mentalité propre aux primitifs et différant essentiellement de la nôtre qui serait caractérisée par l'indifférence à la contradiction logique, la « participation mystique », le mépris de l'expérience ? Après un examen approfondi de la question, M. Leroy répond catégoriquement : Non. L'esprit des non-civilisés — qu'on n'a pas le droit d'ailleurs d'englober sous le terme équivoque de *Primitifs* — ne s'oppose pas autant qu'on le dit au nôtre. En maintes circonstances ils agissent, sentent et pensent tout aussi logiquement que nous. L'erreur de M. Lévy-Bruhl provient :

1° De plusieurs vices de méthode graves : il a collectionné un certain nombre de faits curieux ou bizarres et en a tiré des conclusions d'une généralité qu'ils n'autorisaient point. Rien de plus facile que de trouver des exceptions à ces prétendues règles. M. Leroy en apporte quelques brassées ; et il critique la valeur des sources utilisées par M. Lévy-Bruhl, et l'interprétation qu'il a donnée de bien des textes ;

2° De plusieurs erreurs théoriques ou préjugés philosophiques non moins graves, comme le préjugé progressiste ou évolutionniste, comme surtout le préjugé scientiste d'après lequel il n'y a d'autre connaissance que la connaissance scientifique, d'autres faits que les faits expérimentaux.

Contre de telles prétentions, M. Leroy défend les droits d'une science plus compréhensive et plus libre, qui n'escamote pas le singulier au profit de généralités vagues et tendancieuses. Tous les vrais amis de la psychologie comparée et de l'ethnologie seront avec lui et prendront plaisir à lire son travail, d'autant qu'il est mené avec une vigoureuse maîtrise, écrit dans une langue souple et nerveuse, et présenté avec le goût et le soin qui distinguent les éditions Geuthner. R. T.

L'aveugle dans le monde des voyants. Essai de sociologie, par Pierre Villey, professeur à la Faculté des Lettres de Caen. In-12 de 332 pages. Bibliothèque de Philosophie scientifique, Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

Ayant étudié l'aveugle en lui-même, au point de vue de sa constitution psycho-physiologique (voir le *Monde des aveugles*), il restait à M. Villey à l'étudier dans ses rapports avec la société à travers les âges. Pour entreprendre et réussir cette vaste enquête, nul n'était plus qualifié que M. Villey. Aveugle lui-même, admirablement informé de tout ce qui concerne ses congénères, décidé à consacrer son influence et son talent à l'amélioration de leur sort, il joint au souci de la précision scientifique cet agrément du style et cette élégance de la démonstration où l'on reconnaît l'ancien normalien et l'érudit pour qui notre littérature n'a guère de secrets. Utilisant à la fois l'histoire, la statistique, l'ethnographie, les récits des voyageurs et des missionnaires, le folk-lore et le droit comparé, il évoque la condition lamentable de l'aveugle dans la plupart des sociétés anciennes et modernes : l'aveugle-paria, déchet social, mendiant, bouffon, chanteur ou esclave ; les essais de réhabilitation tentés par l'Eglise et quelques âmes d'élite, puis l'admirable croisade entreprise par V. Haüy et ses successeurs et qui aboutit enfin, tout récemment, à la seule solution conforme à l'idéal moral ; non pas la pitié, mais la justice ; non pas l'oisiveté médiocre, mais l'adaptation par le travail.

Mais après un examen minutieux de la façon dont elle est comprise dans les pays civilisés, M. Villey conclut que cette adaptation sera sans doute toujours imparfaite, que la bienfaisance privée restera nécessaire, mais qu'elle doit être organisée, guidée, subventionnée par l'Etat, et qu'en particulier rien ne serait plus souhaitable que l'établissement d'un statut légal de l'aveugle, analogue à celui qui vient d'être élaboré en Angleterre.

Ne se trouvera-t-il pas chez nous un parlementaire philanthrope pour relever et faire aboutir ce vœu d'élémentaire humanité ? R. Troude.

Le Gérant : M. Hédan.

Imp. P. et A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 10 — 66e ANNÉE — 26 MAI 1928

ENTOMOLOGIE ET PHYSIOLOGIE

par P. PORTIER
Professeur à la Sorbonne

Les belles recherches de notre illustre Réaumur ; l'œuvre si enthousiaste, si passionnée, présentée d'une manière peut-être un peu trop poétique, de Fabre d'Avignon ont montré le puissant intérêt qui s'attache aux mœurs des Insectes.

Récemment, le professeur Bouvier, membre de l'Institut, l'éminent président honoraire de la Société entomologique, résumait magistralement dans deux volumes l'ensemble de nos connaissances actuelles, (rajeunies par des découvertes récentes), sur cette partie de la biologie.

En dernière analyse, tous ces travaux expliquent, par leur puissance illimitée d'adaptation, l'extraordinaire pullulation des insectes sur le globe, leur présence dans les milieux les plus variés, les plus hostiles en apparence.

Je voudrais essayer de montrer ici qu'une dernière étape, et la plus importante sans doute, reste à franchir.

Cette plasticité morphologique qui, à juste titre, provoque notre enthausiasme, n'est en effet, que le signe apparent, d'une malléabilité physiologique qu'elle recouvre et qu'il importe maintenant de mettre au jour.

Le physiologiste qui étudie chez nos Insectes les diverses grandes fonctions, y découvre des aspects très nouveaux, quelquefois très inattendus. Des phénomènes cachés, obscurs, se montrent ici sous des aspects évidents et lumineux.

Quelques exemples concrets le montreront mieux que toutes les affirmations.

Envisageons donc successivement les grandes fonctions de l'organisme et voyons quels aspects particuliers elles peuvent revêtir chez les Insectes.

Digestion.

D'une manière générale, on doit la comprendre de la façon suivante.

Les aliments sont broyés par les dents, et les fines particules qui résultent de cette action sont soumises, le long du tube digestif à l'influence des ferments solubles qui, hydrolysant les principes immédiats, mettent en liberté les *pierres* des édifices moléculaires. Ces matériaux, ainsi préparés, traversent la barrière intestinale, pénètrent dans le milieu intérieur, et, par le jeu de la circulation, sont offerts aux diverses cellules. Celles-ci puiseront, dans le liquide qui les entoure, les éléments nécessaires à la reconstitution des réserves ou à l'édification de nouveaux tissus. En somme : un broyage *mécanique* contingent prépare un broyage *moléculaire essentiel*.

Le broyage mécanique est contingent, disons-nous, il ne sert qu'à multiplier la surface d'action de l'agent chimique : le ferment soluble. Les larves de Fourmi-lion ou de Dytique vont nous en donner la preuve.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Leur bouche s'est fermée, tout appareil de mastication a disparu .A la partie antérieure de l'animal se voient deux longs crochets courbes articulés avec les côtés de la tête. Chaque

Fig. 110
Larve de Dyptique photographiée dans un aquarium

crochet, près de sa pointe, porte un petit orifice, celui d'un canal qui parcourt le crochet et va s'ouvrir dans la partie antérieure du tube digestif.

Un autre insecte vient-il à passer à proximité de notre larve de Dytique ; elle se précipite sur lui, enfonce ses crochets acérés à travers sa cuirasse de chitine et inocule une goutte de venin à sa proie, souvent plus volumineuse qu'elle-même. En un temps très court, le malheureux insecte est paralysé.

Alors un flot de liquide noirâtre coule par les crochets et inonde les tissus de la proie ; ceux-ci sont digérés, solubilisés avec une extrême rapidité.

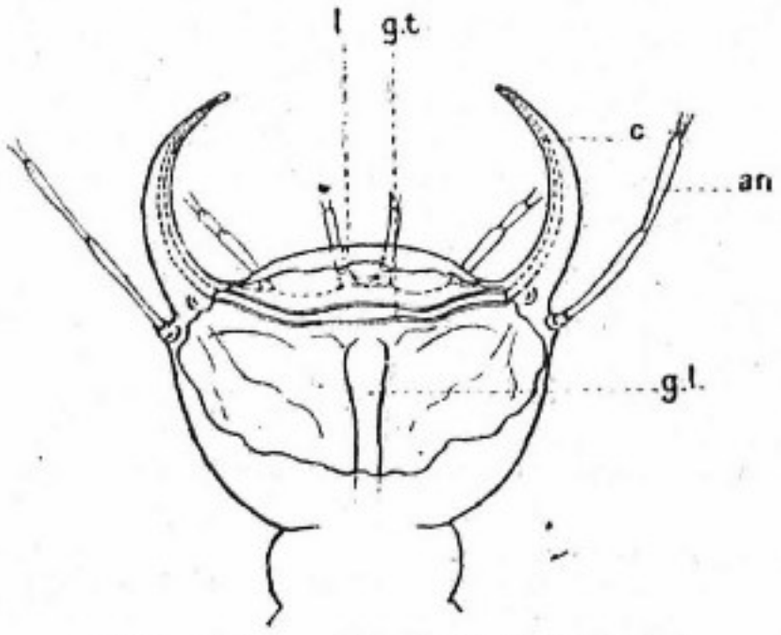


Fig. 111, — Dypticus marginalis
Squelette intérieur de la tête
Toutes les parties molles ont été enlevées

Quand cette action est assez avancée, la larve aspire, par les crochets restés en place, son liquide maintenant chargé des produits de la digestion. Elle injecte aussitôt du liquide digestif « neuf » et les phénomènes décrits se renouvellent.

C'est ainsi que par une série d'épuisements successifs, tous les organes internes, toutes les réserves graisseuses de la proie sont solubilisés et aspirés par la larve. C'est une digestion *in*

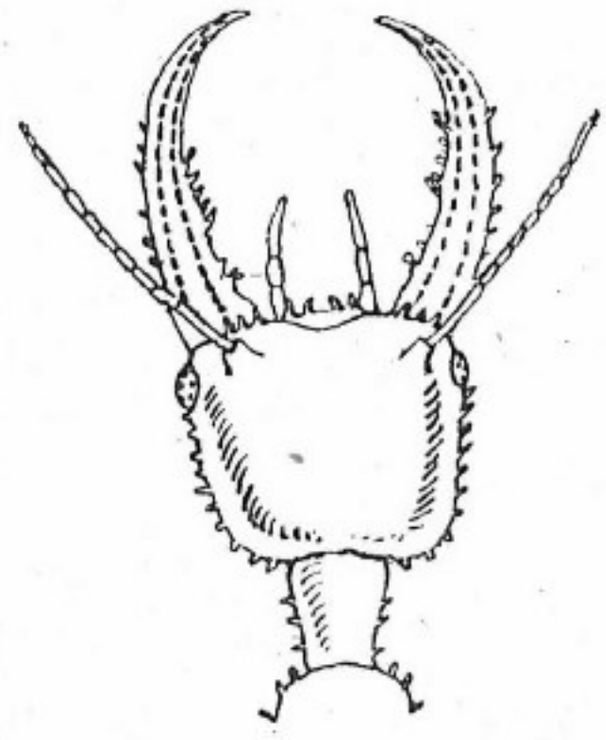
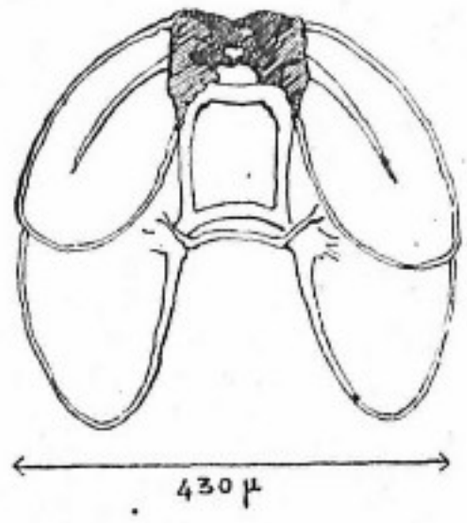


Fig 112. — Croce filipennis
Larve de Névroptère habitant le sable

situ ; une digestion à l'intérieur d'une sorte de vase de chitine ; c'est une opération parfaitement adaptée aux milieux dans lesquels vivent les larves qui la pratiquent, puisqu'elle leur évite toute mastication dans l'eau ou au contact du sable pulvérulent qui s'attacherait aux



Fi5. 113. — Nepticula. Ensemble de la tête

tissus broyés. Ici donc, l'acte chimique essentiel de la digestion se présente d'une manière pure et saisissante.

Considérons maintenant cette minuscule larve d'un micro-lépidoptère, la *Nepticula*. Elle est d'une taille si exiguë qu'elle passe toute sa vie dans l'épaisseur d'une feuille ; elle progresse en dévorant les cellules qui sont devant elles, et creusant, dans le parenchyme foliaire, une ga-

lerie sinueuse, dont la forme est souvent caractéristique de l'espèce qui l'a produite.

La digestion des tissus végétaux constitue, pour les animaux, un problème assez complexe. Les principes nutritifs : protoplasma, graisses, hydrates de carbone, sont en effet, entourés de toute part, par une enveloppe de cellulose inattaquable par leurs sucs digestifs (1).

L'homme modifie, ramollit cette membrane de cellulose par une cuisson prolongée. Chez la plupart des herbivores, c'est dans la lumière même du tube digestif, soit dans la panse, soit dans le cæcum que des microorganismes adaptés solubilisent la membrane cellulaire. Chez notre chenille mineuse, rien de semblable. Comme nous allons le voir, son tube digestif ne contient aucun microbe ; elle doit donc se suffire à elle-même. Elle y parvient, en effet, et par un moyen bien simple. Son armature buccale est proportionnée aux cellules dont elle se nourrit ; elle est à leur échelle ; de sorte qu'elle broie successivement chaque cellule, mettant en liberté son précieux contenu, qui va être soumis aux diastases digestives (1).

Ici donc, l'acte mécanique de la digestion s'exerce avec une précision, une efficacité qu'on chercherait vainement chez les autres animaux.

Métabolisme.

C'est un autre aspect du problème de la nutrition. Les matériaux préparés par la digestion : les « pierres » des principes immédiats franchissent la barrière intestinale et, transportés par la circulation, sont offertes aux diverses cellules qui pourront reconstituer leurs réserves, réparer l'usure, conséquence fatale du fonctionnement.

Ce travail de synthèse est très mystérieux. Il se passe dans l'intimité des éléments anatomiques ; il s'accomplit molécule à molécule ; et si nous voyons ses résultats, il nous est pratiquement impossible d'en suivre les diverses phases. Nous savons bien, par exemple, que la digestion décompose l'énorme molécule protéique, sépare ses « acides aminés » ; mais ceux-ci emportés dans le torrent circulatoire, dilués, dissimulés au milieu des grosses molécules du plasma, ne sont décelées dans le milieu intérieur, qu'au prix des plus grandes difficultés et d'une manière très imparfaite.

L'autre phase de la nutrition (celle d'analyse, de décomposition, d'oxydation des réserves) est encore plus frappante dans ses résultats : contraction musculaire, production de chaleur, d'électricité, de lumière ; mais elle reste tout aussi mystérieuse dans son mécanisme. Elle donne lieu à des déchets, qui, en raison de leur nocivité, sont rejetés, par des organes spéciaux, dans le milieu extérieur.

En somme, la difficulté de ces études, qui cherchent à atteindre le mécanisme intime des phénomènes vitaux, tient à ce que les matières alimentaires ne font que traverser les éléments vivants ; le physiologiste assiste à leur entrée et à leur sortie, mais il semble qu'il soit hors de son pouvoir d'immobiliser ce « tourbillon vital » pour en saisir les diverses phases.

Voici un jeune chercheur qui connaît ces difficultés ; ses aînés n'ont pu les surmonter. Mais, plein d'initiative, il rêve, par des procédés nouveaux, de pénétrer des mécanismes jusque-là inaccessibles. Et voici le programme de recherches qu'il expose dans une réunion de biologistes.

On nourrira abondamment un animal de manière à ce qu'il puisse faire le plein de ses réserves. On fermera alors le tube digestif à ses deux extrémités ; on vernira, on imperméabilisera la surface de l'animal. Seule l'arrivée de

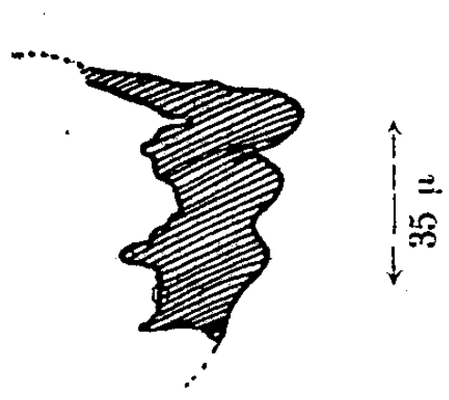


Fig. 114. — Mâchoire de chenille mineuse (Nepticula)

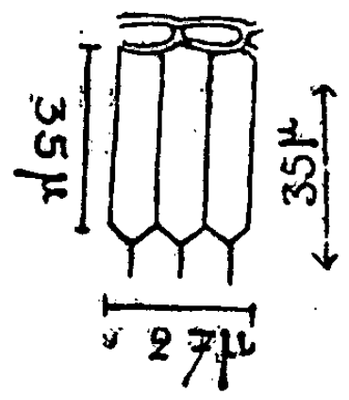


Fig. 115. Coupe d'une feuille de ronce

l'air et le départ du gaz carbonique seront respectés. L'animal ainsi traité sera recouvert de terre humide, ce qui permettra de le conserver à l'abri de la dessiccation pendant plusieurs mois, un an et plus si cela est nécessaire.

Voilà, dit le jeune physiologiste, une expérience qui va nous permettre de réaliser la vie en « vase clos ». Sauf le gaz carbonique, que nous pourrons d'ailleurs recueillir, si nous le désirons, tous les produits de dégradation des réserves vont s'accumuler chez notre animal soigneusement « mûré » ; nous les analyserons à loisir à la fin de l'expérience.

Personne ne peut hésiter sur le sort qui serait fait à une proposition aussi ridicule ; suivant leur tempérament, les aînés du néophyte l'accableront de leur dédain ou de leurs sarcasmes.

(1) On a signalé une « cellulose » chez certains Mollusques ; mais, à mon avis, le fait aurait besoin d'être vérifié et surtout interprété.

(1) L'étude microscopique des déjections montre qu'aucun élément anatomique n'est intact comme cela se produit chez les chenilles ordinaires.

Certes, nos connaissances physiologiques sont bien incomplètes et précaires. Mais enfin, nous savons d'une manière certaine qu'à la température ordinaire et dans des conditions normales d'humidité, un animal ne peut vivre sur ses réserves pendant des années ; nous savons surtout que l'accumulation des déchets de la nutrition dans le milieu intérieur amène une intoxication et une mort rapide ; plus prompte même que celle causée par l'inanition. Nous savons aussi que cette fermeture du tube digestif à ses extrémités, cette vie en vase clos, aurait pour résultat une pullulation rapide des bactéries du tube digestif qui, envahissant tous les tissus, produiraient une septicémie mortelle.

La seule partie raisonnable du programme semble être l'enfouissement de l'animal, car c'est ainsi qu'il convient de traiter les cadavres. Eh bien, nous aurions tort de porter un jugement hâtif et sévère. L'expérience proposée, si absurde qu'elle paraisse, est réalisée de point en point par la nature.

Voyez cette belle chenille de Sphinx qui dévore avec avidité les feuilles du lilas. Elle grossit rapidement et accumule autour de ses organes des réserves adipeuses très abondantes. Lorsqu'elle a atteint toute sa taille, elle pénètre dans la terre, sa peau se fend et découvre un nouvel être complètement recouvert d'une chitine épaisse, vernissée, imperméable. Pas d'orifice buccal, pas d'orifice anal, rien pour la sortie des produits d'excrétion. Seule l'entrée de l'oxygène et la sortie du gaz carbonique sont respectées.

Il n'est pas douteux qu'elle se trouve de tout point réalisée cette « vie en vase clos » rêvée par notre jeune physiologiste. Elle va durer huit mois, un an, deux ans même dans certaines circonstances.

Que se passe-t-il derrière cet écran de chitine? On a comparé cette chrysalide à un second œuf interposé dans le développement de l'insecte. La comparaison ne me semble pas tout à fait exacte. L'œuf est une grosse, quelquefois énorme cellule abondamment pourvue de matières de réserve utilisées pour l'édification du nouvel être. Ce sont presque uniquement des processus de synthèse qui s'accomplissent à son intérieur.

Une comparaison, peut-être un peu banale, ne semble mieux rendre compte de ce qui se passe dans la chrysalide.

Nous avons tous vu s'élever devant quelque vieil immeuble un vaste écran de planches. Après avoir persisté un certain nombre de mois, ou d'années, il tombe et découvre un nouvel édifice, souvent très différent de celui qui l'a précédé. La chrysalide est un tel chantier où la démolition et l'édification se succèdent ; mais un chantier qui vit sur lui-même ; seuls les matériaux de démolition, après remaniements convenables et ablation des partie inutilisées servent à construire le nouveau bâtiment.

Un architecte peut pénétrer dans le chantier et noter la suite des opérations qui s'y poursuivent. Un physiologiste, en sacrifiant et analysant une série de chrysalides aux différentes phases de leur évolution, pourra pénétrer leur physiologie si spéciale et établir des faits nouveaux impossibles ou très difficiles à voir chez les animaux supérieurs.

Un exemple entre beaucoup d'autres : la digestion, nous l'avons rappelé, met en liberté les « pierres » qui, par leur assemblage, constituent la grosse molécule protéique. Il ne semble pas douteux que ces acides aminés pénètrent dans le sang et jouent un rôle important dans la nutrition des cellules. Mais on les a cherchées pendant longtemps en vain dans le torrent circulatoire, et ce n'est que récemment, au moyen de techniques perfectionnées, que Delaunay les a trouvés en très petites quantités. Ces petites molécules sont comme perdues au milieu des grosses molécules protéiques du plasma.

Au contraire, dans le « vase clos » des chrysalides, nous constatons une extrême richesse en amino-acides (plus de vingt grammes par litre). Nouvelle et importante acquisition due aux conditions de la métamorphose.

Vie aseptique. — Vie en symbiose.

On se souvient de la filiation des idées qui ont dirigé Pasteur dans ses recherches. Il constate que les « maladies » des liquides fermentés (bière, vin) s'expliquent par l'envahissement de ces liquides par des micro-organismes différents de ceux qui produisent la fermentation normale.

Il se demande s'il n'en serait pas de même pour certaines maladies des êtres vivants. Des recherches magistralement conduites confirment cette conception d'une admirable simplicité.

Pasteur est donc entré dans la bactériologie par la pathologie. Mais son esprit génial pressent bientôt l'importance du côté physiologique de la question. Certains micro-organismes sont la cause prochaine des maladies ; mais d'autres espèces ne pourraient-elles collaborer aux processus physiologiques de l'organisme ?

Les ferments solubles n'étaient pas connus depuis très longtemps. On savait que les micro-organismes pouvaient élaborer ces agents mystérieux et Duclaux se demandait si les diastases du tube digestif n'avaient pas une origine microbienne. Si cela était exact, un animal devait être incapable de vivre sans leur secours, leur collaboration. La question est donc d'importance. Sa solution théorique est facile à imaginer. Les embryons dans l'utérus maternel ou dans

l'œuf (1) sont aseptiques. On prendra donc des animaux à leur naissance, on les enfermera dans une enceinte stérile, on leur fournira une nourriture rigoureusement privée de germes ; l'air qu'ils respireront sera lui-même purifié par filtration.

L'expérience présente, dans son exécution, de grandes difficultés ; elle a cependant été réalisée ; mais les résultats obtenus n'ont pas la netteté qu'on pouvait espérer. Il est exceptionnel que les jeunes animaux soumis à ces expériences aient un développement normal. Leur croissance ne tarde pas à se ralentir ; ils dépérissent, s'acheminent vers la mort.

C'est qu'en effet, nous savons, seulement de-

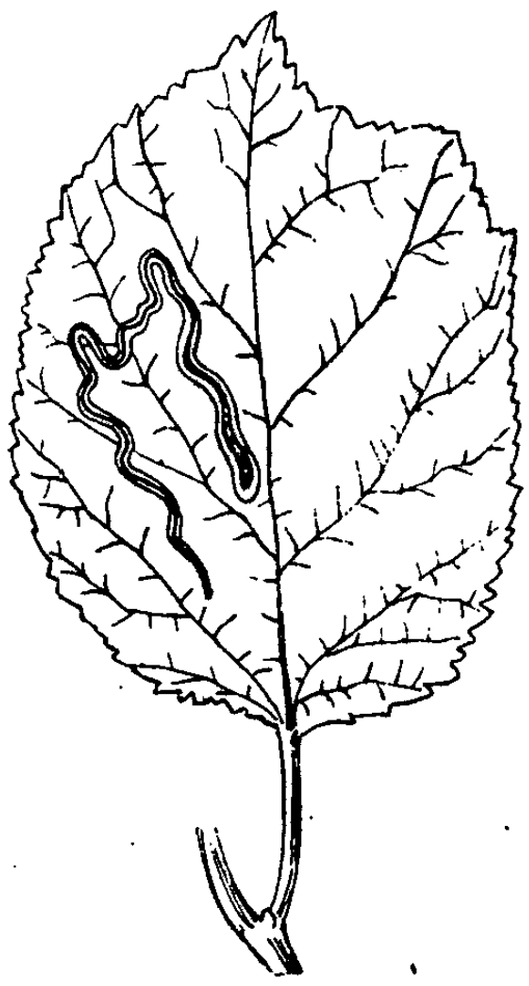


Fig. 116
Mine de Nepticula à l'intérieur d'une feuille de ronce

puis quelques années, que la chaleur élevée à laquelle on doit soumettre les aliments pour tuer les germes qu'ils recèlent, détruit en même temps, (ou tout au moins altère gravement), des facteurs récemment découverts de la nutrition : les vitamines.

Il est donc pratiquement impossible de décider si le dépérissement des animaux est dû à l'obsence de micro-organismes ou au défaut de vitamines.

Ici encore, les insectes vont nous tirer d'embarras.

Guyenot a pu, en effet, élever des générations de diptères dans des tubes de culture renfermant des levures qui sont tuées à une température qui n'altère pas les vitamines.

(1) Pasteur lui-même avait suggéré que l'œuf des oiseaux conviendrait bien à ce genre de recherches.

L'idéal serait évidemment de trouver dans la nature un animal qui poursuit son existence à l'abri des microbes. Mais comment l'espérer ? Les micro-organismes accompagnent partout la vie ; ils forment un chaînon essentiel dans l'ensemble des êtres ; ils remanient, en effet, les déchets, les mettent sous une forme qui leur permet de rentrer dans le cycle des échanges.

Mais revenons à notre *Nepticula*. Le minuscule papillon qui la représente à l'état adulte, pond son œuf sur la surface d'une feuille. La jeune chenille qui en sort pénètre immédiatement à l'intérieur de celle-ci sans prendre le moindre contact avec le milieu extérieur ; elle creuse le parenchyme ; elle en vit, et les cellules qu'elles dévorent, riches en vitamines, sont, comme la plupart des tissus normaux des êtres vivants privés de micro-organismes.

L'expérience directe, m'a d'ailleurs prouvé que ces petites larves extraites de leurs « mines » avec les précautions classiques d'aseptie ne donnaient aucune culture dans la grande majorité des cas. Voilà donc bien réalisée, dans la nature même, l'expérience de la vie aseptique se poursuivant de génération en génération.

Grâce à cette plasticité, qui est peut-être leur caractère le plus frappant, les insectes vont nous offrir le phénomène inverse de l'asepsie : celui de la symbiose, de l'envahissement *normal*, *physiologique* de leurs tissus par des micro-organismes étrangers.

Il est, en effet, bien frappant de constater que beaucoup de matières inertes, certainement très pauvres ou complètement privées de vitamines, constituent l'unique nourriture de beaucoup d'insectes. La laine, la cire, le bois, la tourbe, la chitine desséchte sont la proie de certains arthropodes et surtout de leurs larves.

Ces animaux offrent-ils une exception réelle au besoin si général des vitamines ? Non. Nous savons que cette exception n'est qu'apparente. L'insecte vit en association avec un être, moins élevé que lui en organisation, auquel il offre protection et nourriture et dont il reçoit en échange les vitamines qui lui manquent.

Fonctions de relation.

Les autres grandes fonctions des Insectes nous offriraient des vues aussi originales et des conceptions aussi fécondes. Quelle différence saisissante, par exemple, entre le système nerveux des Vertébrés, qui est centralisé au maximum, et celui des Insectes chez lesquels chaque segment a une innervation qui tend vers l'indépendance

Un Insecte « décapité » n'est pas un Insecte mort ; il vit quelquefois plus longtemps qu'un autre intact de la même espèce.

Une chenille congelée et inerte quant à ses

* *

derniers anneaux, continue à vivre et à se nourrir par sa partie antérieure.

Une Mante religieuse femelle dévore la tête de son mâle au cours de l'accouplement, tandis que la partie postérieure de celui-ci poursuit son office.

Si nous envisagions les organes des sens, il serait facile de montrer que l'organe de la vue, mériterait, à lui seul, une monographie d'un grand intérêt.

D'une manière générale, quelle est la signification de cet œil *composé* de centaines et quelquefois de millions d'yeux simples juxtaposés ? L'œil des Mammifères est extrêmement mobile ; quand nous examinons un objet, des contractions des muscles extrinsèques dirigent rapidement et à notre insu, notre rayon visuel sur les différents points de l'objet. Ceux-ci viennent se peindre successivement sur notre *macula*. Il se produit un véritable film cinématographique.

L'œil de l'insecte enchassé dans l'exosquelette de chitine est devenu immobile ; le mécanisme précédent ne peut plus jouer, des centaines, des millions d'objectifs s'assemblent alors et donnent des images juxtaposées des différentes parties de l'objet, des différentes régions de l'espace.

A côté de ces grands avantages, l'étude des Insectes offre des difficultés qu'il serait déloyal de dissimuler. Leux exiguité rend souvent l'expérience délicate. Il faut, pour chaque recherche, être capable de choisir les espèces convenables. Il faut aussi pouvoir se procurer les exemplaires en grand, quelquefois très grand nombre.

Il y a donc un immense avantage, pour poursuivre ces études physiologiques, à avoir étudié l'insecte dans la nature. C'est la raison pour laquelle la partie systématique de l'entomologie doit être cultivée. Il n'y a pas pour les « jeunes » de meilleure initiation aux sciences biologiques expérimentales.

LES THÉORIES DE L'ÉVOLUTION STELLAIRE ET LES PROPRIÉTÉS DE LA MATIÈRE

par Jules BAILLAUD
Astronome titulaire de l'Observatoire de Paris

L'étude des astres apporte à nos connaissances sur la matière une contribution qui pourrait difficilement être obtenue par des recherches de laboratoire. Les conditions physiques, en effet, y sont telles qu'on ne peut guère espérer en réaliser de semblables par les moyens dont nous disposons. Nous y voyons ce que devient l'atome lorsqu'on exagère la puissance des forces auxquelles il est soumis ; nous y vérifions par ces conditions extrêmes l'exactitude des théories de la matière ; nous pressentons dans quel sens il faut modifier ces théories pour les faire cadrer avec les faits. Peut-être y trouverons-nous l'origine de développements nouveaux et de progrès importants apportés à la physique de l'atome. A ce point de vue l'étude de l'évolution des étoiles paraît devoir être une des plus fécondes.

La notion d'étoile géante où la matière est dans un état de ténuité extrême et celle d'étoile naine où la matière, au contraire, peut être très dense, résultent des travaux de Lockyer, de Herzprung, de Russell. L'examen des spectres stellaires montre qu'on peut les ranger dans un ordre continu tel que l'on passe d'une classe à la suivante par des modifications progressives de quelques caractéristiques bien nettes, des spectres. A une extrémité de la série les spectres possèdent des raies peu nombreuses, qui sont dues principalement à l'hydrogène et à l'hélium, et aux atomes ionisés de quelques corps. Vers l'autre extrémité, au contraire, les raies se multiplient, les spectres deviennent très complexes et présentent les bandes propres à l'état moléculaire (fig. 117).

La continuité dans cette séquence des spectres stellaires démontre clairement qu'une propriété particulière de l'atmosphère stellaire intervient plus que tout autre pour les régir, les autres propriétés introduisant des particularités peu saillantes. Cette propriété principale ne peut être la composition chimique des atmosphères stellaires, car les proportions des divers éléments varieraient sans loi nécessaire, et l'on trouverait, par exemple, tantôt les raies du fer très intenses, celles du calcium presque absentes, tantôt l'inverse, ce qui n'a pas lieu. Il faut que ce soit une propriété physique. La plus naturelle est la température.

La théorie de l'évolution stellaire que l'on a déduit longtemps de la séquence des types spectraux était très simple : les étoiles commençaient leur vie d'étoile à très haute température, puis se refroidissaient jusqu'à devenir invisibles.

Sir Norman Lockyer s'est élevé avec force contre cette hypothèse. D'après lui, les étoiles se seraient formées par le rassemblement d'essaims de météorites qui se volatilisaient par leurs chocs mutuels. La température de l'astre, d'abord faible, s'élèverait par ces chocs successifs, passerait par un maximum, puis diminuerait. L'étoile prendrait ainsi deux fois la même température, son spectre parcourerait deux fois la séquence. Des différences dans les raies d'un même élément permettent de placer les étoiles dans la branche des températures ascendantes ou dans celle des températures descendantes.

Lockyer a été un précurseur génial. Ses idées, longtemps délaissées, ont été généralement adoptées après que Russell eut montré la relation qui existe entre les classes spectrales et les magnitudes absolues, et après que nos connaissances sur la physique de l'atome eurent précisé la nature du paramètre principal dans la variation des spectres stellaires qui serait, non pas exactement la température, mais le degré d'excitation des atomes dans les atmosphères stellaires. Cette excitation des atomes a pour cause primordiale la température, mais elle est aussi fonction de la densité du milieu.

La magnitude (ou grandeur) d'une étoile, est à un coefficient près le logarithme de son éclat apparent. La magnitude absolue est la magnitude qu'aurait l'étoile si on la voyait d'un point qui en serait éloigné d'une certaine distance, la même pour toutes les étoiles. La magnitude absolue dépend de la brillance de l'astre et de ses dimensions. La brillance dépend surtout de la température superficielle. Des astres de même classe spectrale, donc de même température et de même brillance, ne peuvent avoir des magnitudes absolues différentes que si leurs dimensions sont différentes. En utilisant pour sa statistique toutes les étoiles dont la magnitude absolue était connue, Russell a mis en évidence ce fait que dans les dernières classes spectrales, celles des étoiles jaunes et rouges, les étoiles se partageaient bien nettement en deux groupes, dans chacun desquels elles ont des dimensions très différentes, le groupe des géantes et le groupe des naines. Les mesures directes des diamètres de certaines étoiles par la méthode interférentielle ont apporté une vérification éclatante

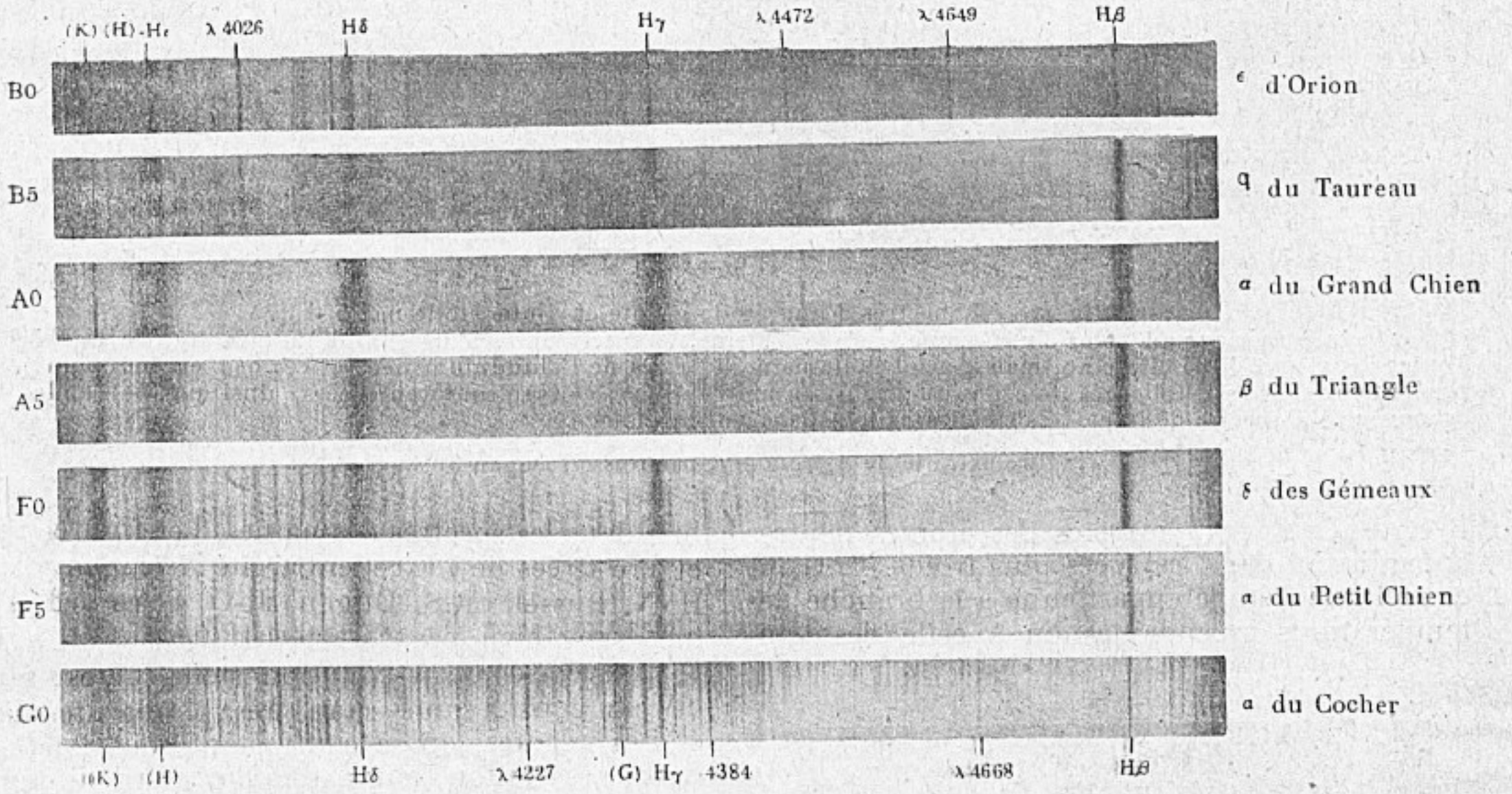


Fig. 117.

Une partie de la séquence des spectres, les spectres des classes Bo à Go. — La figure montre comment se modifient d une classe à l'autre les raies des atomes ionisés et des atones neutres. La raie λ 4649 visible seulement dans le spectre Bo est due à l'oxygène ionisé. La raie de l'hélium λ 4472 s'affaiblit dans B5 et disparaît ensuite. Tandis qu'une raie du magnésium ionisé λ 4481 se forme à sa droite. λλ 4384 et 4668 sont dues au fer neutre, λ 4227 au calcium neutre ; elles deviennent de plus en plus intenses à mesure qu'on s'avance dans la séquence. (H) et (K) sont les raies du calcium ionisé ; elles sont très fortes dans la classe G. (G) est une bande due à quelque hydrocarbure.

(Figure et légende extraites de *Astronomy*, par Russell Dugan Stewart. Ginn and C° éditeurs).

à l'existence d'étoiles géantes de diamètre immense et d'une ténuité extrême.

Si la connaissance de la magnitude absolue d'une étoile la classe dans la catégorie des géantes ou dans celle des naines, cette discrimination peut aussi résulter du simple aspect du spectre.

Les températures très différentes les unes des autres des atmosphères des diverses étoiles mettent les atomes dans des états d'excitation différents ; les spectres des étoiles les plus chaudes ne contiennent que des raies d'atomes doublement ou triplement ionisés, le degré d'ionisation diminue lentement à travers les classes B et A (fig. 117), les raies des atomes neutres apparaissent dans les types plus froids, F, G, K, et ceci que l'étoile appartienne à la branche des températures ascendantes ou à celle des températures descendantes. Mais dans la branche des températures ascendantes, celle des géantes, les atmosphères stellaires sont beaucoup moins denses que dans la branche des naines, le même degré d'ionisation pourra apparaître pour une température plus basse. La température d'un astre se manifeste non seulement par le degré d'ionisation de l'atmosphère, donc par la nature des raies du spectres, mais aussi par le rayonnement de la photosphère, par l'aspect du spectre continu plus intense dans les radiations de courtes longueurs d'onde si la température est plus élevée. Deux étoiles seront à des époques différentes de leur évolution si leur spectres continus n'ont pas la même étendue. L'étoile naine sera plus bleue. En plus de cette caractéristique, les influences relatives de la température et de la pression dans les atmosphères des géantes et des naines favorisent certaines raies qui sont plus intenses ou plus faibles dans les spectres des naines. Les figures 118 et 119 tirées de l'excellent traité *Astronomy*, de H.-N. Russell, R.S. Dugan, J.-Q. Stwevard (1), montrent bien ces caractéristiques.

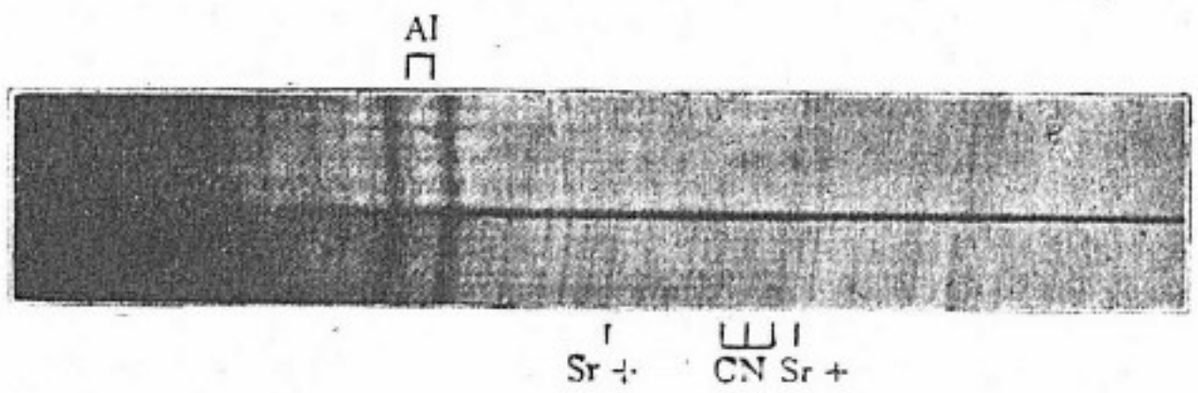


Fig. 118. — Spectres d'une étoile géante et d'une étoile naine

Le spectre supérieur est celui d'une naine, τ de la Baleine, le spectre inférieur celui d'une géante ζ de la Flèche. Toutes deux sont de la classe Ko, mais dans l'étoile naine les raies de l'aluminium neutre λλ 3944 et 3961 sont plus proéminentes. Dans l'étoile géante celles du strontium ionisé λλ 4077 et 4215 sont renforcées, ainsi que les bandes du cyanogène. Le spectre de la naine s'étend plus loin dans l'ultra-violet.

(Figure extraite de *Astronomy*, par Russell Dugan Stewart).

Fig. 119.

Spectres d'une étoile géante et d'une étoile naine.

Les deux étoiles sont de la classe K_5. L'étoile naine (spectre supérieur) est de magnitude absolue 8,7 ; l'étoile géante de magnitude absolue 0,7. La raie marquée avec une flèche à gauche est λ 4215 (Sr +) ; elle est beaucoup plus intense dans la géante que dans la naine. La raie marquée par la flèche de droite est λ 4454, raie de basse température du calcium neutre, très forte dans la naine. La croix à droite marque un groupe de raies de basse température du titane à λ 4535, fortes dans les naines. Au milieu du groupe est une raie du titane plus forte dans la géante. Le point marque la raie de l'yttrium ionisé λ 4376 le plus intense dans les géantes.

La théorie de l'évolution stellaire résultant de ces constatations était très séduisante. Les étoiles géantes, en se contractant sous l'action de la gravitation, augmentent d'abord de température jusqu'au moment où elles atteignent une densité où la loi des gaz parfaits cesse de s'appliquer et où la contraction devient difficile. L'élévation de température est alors arrêtée ; l'étoile se refroidit comme le ferait un liquide ou un solide jusqu'à ce qu'elle s'éteigne. Les étoiles d'une même classe, de même température, M, K, G, F, se partagent en deux groupes : les unes sur la branche ascendante, où la matière stellaire est presque celle des gaz parfaits, les autres sur la branche descendante où la matière est de plus en plus semblable à l'état liquide ou solide. La séparation n'est pas marquée pour les étoiles des classes A ou B, qui marquent le tournant dans l'évolution stellaire (fig. 120). Les résultats statistiques montrent en effet qu'il y a peu de changements dans l'éclat absolu avec le type dans la branche des géantes ; l'augmentation d'éclat due à l'élévation de température s'oppose à la diminution d'éclat due à la diminution de surface. Dans la

(1) Gin and Cº, éditeur.

branche descendante des étoiles naines, la décroissance de température et la décroissance de surface se combinent pour amener une chute rapide d'éclat.

*
* *

Malgré l'élégance de la théorie de Russell et les vérifications qu'elle a reçues, il semble maintenant qu'elle ne soit pas entièrement acceptable dans sa belle simplicité. Son point essentiel, que les étoiles de la branche descendante cessent d'être des gaz parfaits, mais se refroidissent à l'état liquide ou solide est fortement combattu par les conclusions que M. A.-S. Eddington tire de ses recherches sur l'état intérieur des étoiles (1) : les conditions y seraient telles que les lois des gaz continueraient à y être valables pour des densités bien plus élevées que sur la Terre et que l'état stellaire qui d'après la théorie de l'évolution que nous venons de résumer correspondrait aux températures les plus froides, exigerait au contraire des températures des plus élevées.

Un des arguments les plus importants qui amènent M. Eddington à cette conclusion est tirée de l'existence d'une relation entre la masse et la luminosité d'une étoile : étant donnée la masse d'un astre, on peut calculer quelle quantité d'énergie calorifique et lumineuse, elle rayonne, quel est son éclat ? Cette relation, établie par M. Eddington à la suite d'une discussion en grande partie théorique, et basée sur l'hypothèse que la matière stellaire est en l'état de gaz parfait , n'aurait dû s'appliquer qu'aux étoiles géantes, les seules précisément qui étaient considérées comme des gaz parfaits. La comparaison entre cette relation théorique et les faits d'observations a conduit à des résultats très satisfaisants pour les étoiles géantes, mais, chose inattendue et très curieuse, la relation s'est trouvée aussi très bien vérifiée pour les étoiles denses. Cependant. M. Eddington prévoyait pour ces étoiles des divergences considérables d'où il comptait déduire précisément de combien ces astres s'écartaient de l'état de gaz parfaits. Ou bien il fallait que M. Eddington se fût trompé dans l'établissement de sa relation, qui cependant représente bien les résultats donnés par les étoiles géantes, ou bien il fallait admettre qu'une matière ayant la densité du platine ou même une densité supérieure pourrait avoir la compressibilité d'un gaz parfait. L'examen de la question montre qu'il n'y a pas de raison absolue pour que cette matière ne puisse pas être un gaz parfait, ou plutôt, que les raisons qui s'y opposent ne s'étendent pas aux étoiles. Cette propriété de la matière, non seulement est possible, mais pouvait être prévue.

La faillite de la loi de Mariotte lorsqu'un gaz terrestre est comprimé jusqu'à des densités trop fortes, est due aux dimensions finies des atomes et des molécules. Si les atomes étaient rigides, les gaz ne pourraient pas être comprimés au-delà d'une certaine densité à partir de laquelle les atomes seraient en contact. Il n'est pas très facile de comprendre pourquoi les atomes se comportent comme des corps rigides de dimensions déterminée, mais c'est un fait que leurs dimensions concordent avec celles du système d'électrons qui circulent autour du noyau. Si les dimensions de l'atome dépendent de l'étendue du système d'électrons, les atomes dans l'intérieur d'une étoile doivent être très petits, car la plupart des électrons leur sont arrachés par l'ionisation, et ceux qui leur restent décrivent les orbites intérieurs de faible diamètre. L'atome stellaire n'a en général pas plus du centième du rayon ou du millionième du volume de l'atome terrestre ; la loi des gaz parfaits sera valable dans une étoile pour des densités un

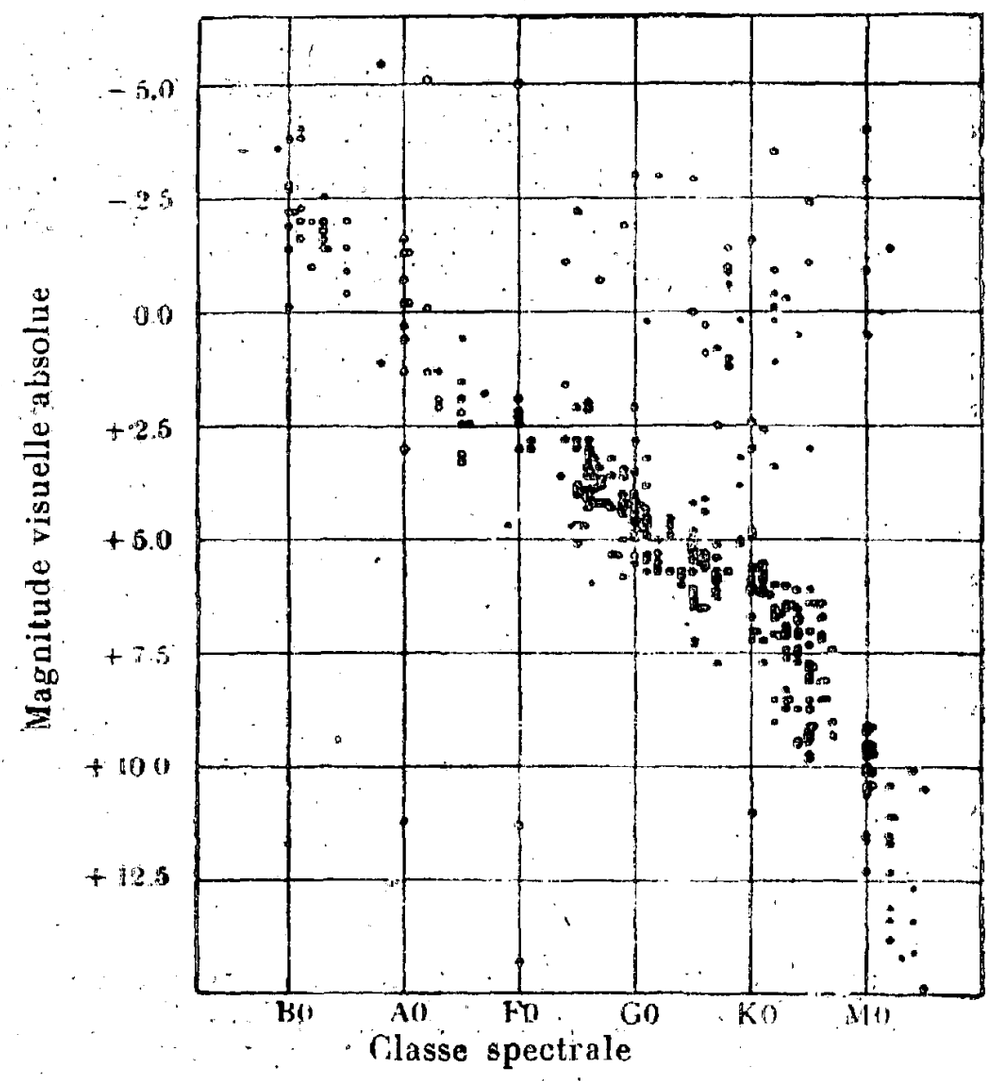


Fig. 120.
Relation entre la magnitude absolue et la classe spectrale.

Chaque point représente une étoile ; en ordonnées sont portées les magnitudes absolues visuelles M, en abscisses les classes spectrales.

Les étoiles groupées le long de la diagonale descendant de gauche à droite forment la main séquence (étoiles naines).

La branche des géantes est représentée par le groupe des points éparpillés en haut et à droite.

(1) The Internal Constitution of the Stars. Cambridge University, Press. 1926. Stars and Atom. Oxford, at the Clarendon Press. 1927.

million de fois plus fortes que sur la Terre. M. Eddington peut conclure que si un gaz parfait est un gaz pour lequel les molécules sont des points géométriques, les gaz stellaires composés d'électrons et d'ions ténus approchent de la perfection beaucoup plus que les molécules terrestres grossières.

Le gaz stellaire diffère des gaz terrestres en deux points importants : ses molécules sont beaucoup plus petites, elles portent des charges électriques qui produisent des forces intermoléculaires très puissantes. Le premier fait amène le gaz stellaire beaucoup plus près de l'état parfait que les gaz terrestres. Mais le second, ne pourrait-il pas introduire de nouvelles déviations particulières au gaz stellaire ? Il serait trop long de suivre l'analyse pénétrante que M. Eddington a fait de ce problème. Ses conclusions sont que ces forces ne peuvent en aucune façon limiter la compressibilité des gaz comme le feraient les dimensions finies des molécules ; les forces attractives prédominent ; suivant l'expression de M. Eddington, elles rendent le gaz stellaire superparfait.

La théorie qui, tout récemment, semblait résulter de l'existence des étoiles géantes et naines, la première théorie de Russell, suppose, comme nous l'avons dit, que l'étoile se contracte depuis sa formation jusqu'à sa mort. Son évolution se traduit par une augmentation continue de densité. La température ne serait plus le signe de son âge, comme dans la théorie primitive que Lockyer combattait, elle augmenterait pendant le temps que l'étoile passe à l'état géant, elle diminuerait lorsque l'étoile entre dans la catégorie des naines, à l'époque où elle cesse d'être un gaz parfait. Mais du moment que la matière des étoiles naines, même très denses, comme Krueger 60, dont la densité est égale à celle du platine, peut se comporter comme un gaz parfait, il n'y a pas de raison nécessaire pour que la contraction subisse un ralentissement important lorsque l'étoile atteint les types A ou B, où sa densité devient le quart de celle de l'eau.

La première théorie de Russell était en réalité dominée par les idées d'Helmotz et de Kelvin, que la contraction d'un astre est la source principale de l'énergie qu'il rayonne. M. Eddington et M. Russell sont de ceux qui croient que l'énergie ainsi produite est tout à fait insuffisante pour assurer la constance du rayonnement pendant les centaines de millions d'années que les géologues demandent pour expliquer les formations terrestres. Comme M. Perrin, comme M. Jeans, ils croient que cette énergie rayonnée provient surtout de l'énergie de constitution des atomes et des électrons. Puisque la contraction n'est plus considérée comme la source principale de la chaleur stellaire, cette contraction et l'accroissement de la densité ne jouent plus le rôle principal et nécessaire dans l'évolution des étoiles.

Les deux fondements de la théorie, l'origine de la chaleur stellaire, et l'événement qui provoque la diminution de la température aux stades B ou A, manquent donc de solidité.

***

Il serait bien difficile de dire vers quelle théorie de l'évolution on tend aujourd'hui. Le progrès est si rapide que les meilleures théories actuelles peuvent être radicalement transformées en quelques années. Un spécialiste de ces questions, M. Véronnet, a exposé récemment aux lecteurs de la *Revue Scientifique* (1) les résultats de ses travaux sur la constitution et l'évolution de l'Univers, travaux basés précisément sur l'hypothèse où la matière à l'intérieur d'une étoile n'obéit plus à la théorie des gaz parfaits. M. J.-H. Jeans résout beaucoup de difficultés et arrive à des résultats particulièrement satisfaisants par la considération des étoiles à noyaux liquides. Nous ne pouvons entreprendre ici une étude comparative de ces diverses théories, nous nous étendrons seulement sur celle qui vient d'être exposée dans l'ouvrage magistral de MM. Russell-Dugan-Stewart, *Astronomy*, qui traduit les idées de Russell et d'Eddington, et qui met en jeu des propriétés encore cachées de la matière. Cette théorie, d'ailleurs, n'est formulée par les auteurs américains que d'une manière toute provisoire, comme permettant de relier les faits connus à la fin de 1926. Elle repose sur deux points principaux : la relation d'Eddington entre la masse et l'éclat, et l'insuffisance de la contraction pour assurer le rayonnement de l'astre.

La relation théorique et vérifiée par l'observation qu'Eddington a établie entre la masse et la luminosité, oblige à admettre que *si dans le cours de son évolution un astre diminue d'éclat, sa masse diminue aussi*. Voici, pour fixer les idées, un tableau (2) où se trouvent rassemblées les données de trois étoiles appartenant à la branche des naines du diagramme de Russell (appelée aussi branche principale, *main sequence*) :

Etoile	masse (soleil = 1)	Densité moyenne Eau = 1	Température centrale (en millions de degrés)
Algol	4,3	0,15	40
Soleil	1	1,4	40
Krueger 60 .	0,27	9,1	35

(1) *R. S.*, t. LXV, n° 22, 26 nov. 1927.
(2) Extrait de Stars and Atoms, p. 110.

Etoile	Températures superficielles	Couleur	Luminosités (soleil = 1)
Algol	12 000°	blanche	150
Soleil	6 000°	jaune	1
Krueger 60 .	3 000°	rouge	0,01

Si l'on accepte encore (quoique ce ne soit pas évident, puisque la contraction n'est plus la source nécessaire de l'énergie rayonnée) que les étoiles passent dans leur évolution de l'état le plus diffus à l'état le plus dense, et si l'on accepte, ce qui est à la base de toute possibilité de vérification des théories de l'évolution, que les différents astres que nous observons, convenablement classés, nous donnons l'image de la vie d'un astre individuel, l'ordre de développement indiqué par la colonne de densités, est Algol, Soleil, Krueger 60. On voit à quelle diminution de masse correspond la variation de luminosité de la dernière colonne.

Le second fait sur lequel repose cette nouvelle théorie de l'évolution résulte de l'hypothèse que la contraction de la masse stellaire sous l'influence des forces de gravitation n'est pas suffisante pour assurer une constance assez longue au rayonnement stellaire ; il faut avoir recours à l'énergie subatomique qui se trouve libérée soit par des modifications dans les groupements d'électrons et les noyaux atomiques (transmutation d'éléments), soit par l'annihilation de matière. Cette transmutation d'éléments ou cette annihilation de matière peut être plus particulièrement le propre de certains des matériaux qui entrent dans la composition de l'étoile et que M. Russell appelle *Matière active* (*R. D. S.*, page 911). On peut démontrer par l'examen des faits que la vitesse de génération de la chaleur en des points où la température et la pression seraient cependant les mêmes, varient d'une étoile à l'autre. *Les étoiles ne peuvent donc pas contenir la même proportion de « matière active » ou de ses diverses variétés*. Elles diffèrent de composition.

L'aspect général du diagramme de Russel (fig. 120) complété par les données plus récentes que celles qui avaient servi à l'établir, en 1913, conduit à différencier l'évolution des géantes de celle des étoiles de la *main sequence*.

Considérons une famille d'étoiles pour lesquelles la chaleur serait engendrée par un même processus, mais dont les masses seraient différentes. Les températures superficielles, les types spectraux, les luminosités, varient de l'une à l'autre par suite de la différence des masses. Si la composition de la matière stellaire reste la même, ces changements se font d'une manière progressive avec la masse. Sur un diagramme reliant la classe spectrale à la masse, ou, ce qui est équivalent d'après la formule d'Eddington, à la luminosité (diagramme de Russell), les points figuratifs se placeront sur une ligne telle que A A (fig. 121). Si tout en obéissant au même processus, l'émission d'énergie est réglée par des quantités différentes de matière active, les points figuratifs se placeront sur des courbes telles que A' A', A'' A'', ayant la même allure que A A et occupant une certaine bande du diagramme. Le groupement des étoiles dans la main sequence est un phénomène si net, qu'on peut facilement admettre qu'elles forment une famille de cette sorte. Les étoiles les plus brillantes appartiennent aux premiers types spectraux, elles sont blanches ; les plus faibles y sont rouges.

Les étoiles géantes, quoique leurs points figuratifs sur le diagramme y soient plus dispersés, peuvent être considérées aussi comme formant une séquence, mais une séquence de nature différente où les étoiles les plus brillantes seraient rouges ; les courbes BB, B'B', B''B'', du diagramme la représentent. La chaleur doit être engendrée par un processus différent de celui auquel obéissent les naines. On peut supposer que la matière active est d'une autre nature et que sa transformation ou que son annihilation est une autre fonction de la température et de la densité.

Pour une étoile pauvre en matière active, la quantité d'énergie nécessaire pour assurer le rayonnement sera libérée à une température plus élevée que pour une étoile de même masse mais riche en matière active. Sur le diagramme de Russell les deux étoiles ayant même masse, donc même luminosité, se trouvent sur une parallèle à l'axe des X (en réalité sur une ligne légèrement inclinée, telle que M M'), mais celle dont la température superficielle est la plus basse a l'abscisse la plus grande. AA, A'A', A''A'', représentent les états d'équilibre d'étoiles de plus en plus pauvre en matière active de la première espèce (donc, pour une même masse et une même luminosité, de plus en plus chaude), BB, B'B', B''B'', représentent les états d'équilibre d'étoiles de plus en plus pauvres en matière active de deuxième espèce.

Dans l'état de nos connaissances, il serait vain de spéculer sur la nature des changements atomiques considérés sous le nom de transformations de « matière active ». Nous admettrons simplement qu'ils entraînent une disparition de quelque forme de matière, et par suite une diminution de la masse de l'étoile correspondant à l'énergie rayonnée.

Ces prémisses indiquées, suivons de plus près l'exposé de Russell (*Astronomy*, p. 914). Considérons d'abord le cas le plus simple, celui où la matière active ne forme qu'une petite fraction de la masse de l'étoile. L'évolution de l'astre entraînera une faible perte de masse, la magnitude absolue changera peu. Le point repré-

sentant une étoile de grande masse sur le diagramme de Russell sera placé sur une ligne telle que M_1 M_2 (fig. 121) mais s'en écartera légèrement vers le bas à mesure que sa masse diminuera. Supposons d'abord que les deux matières actives, celle des géantes et celle des naines, soit présentes à la fois tout d'abord. Si l'étoile est d'un large diamètre, donc d'une grande luminosité, elle sera représentée par un point tel que M_1 ; sa température sera d'abord basse (d'où la place dans la séquence spectrale); il n'y aura que peu ou point d'énergie libérée

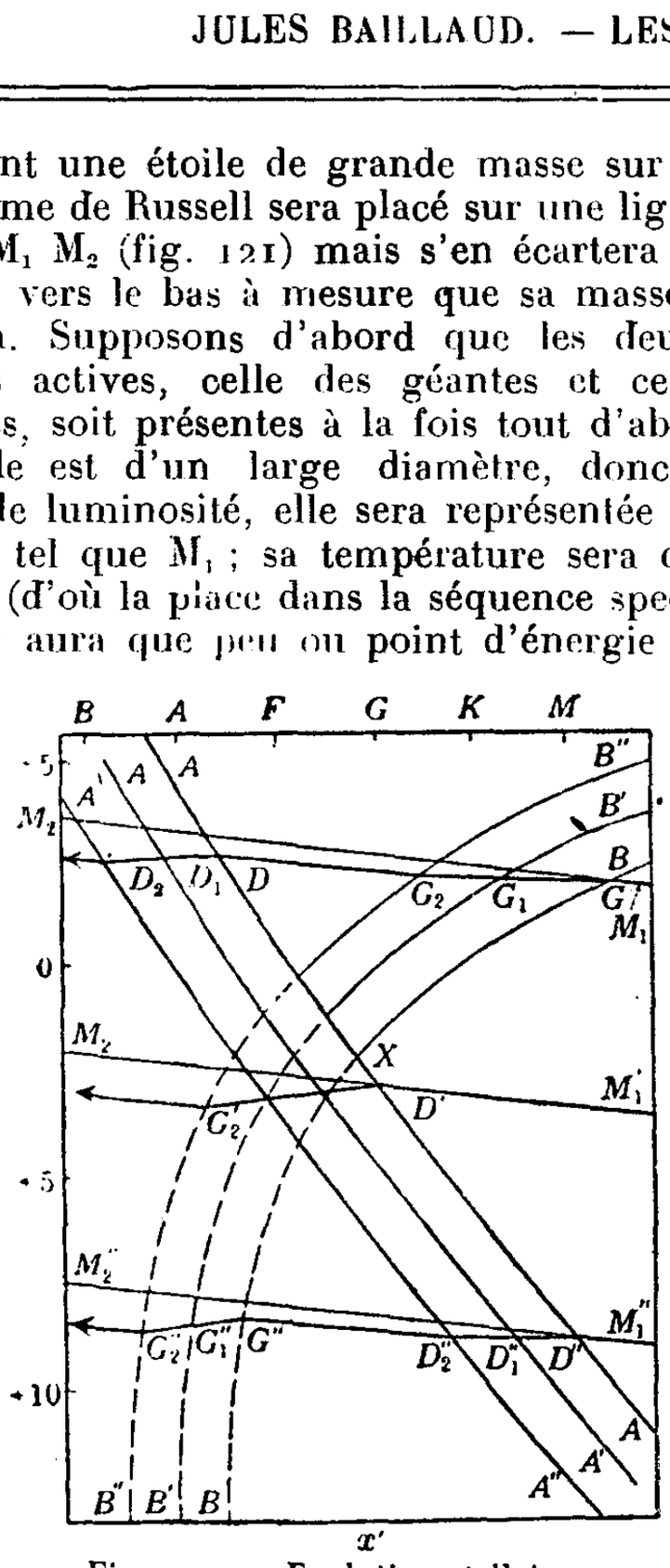


Fig. 121. — Evolution stellaire.

par l'un ou l'autre procédé de transformation ; la perte par radiation sera compensée par la contraction sous l'influence de la gravité, mais elle sera plus que compensée, et la contraction élèvera la température de l'étoile ; le point se déplacera vers M_2. Lorsque l'étoile sera dans l'état représenté par G, la température interne sera telle que la matière active géante pourra commencer à se transformer ; l'étoile épuisera lentement son stock de matière active géante, le point représentatif se déplacera vers G_1 et G_2 ; son ordonnée diminuent quelque peu à mesure que la masse diminue. Une perte de un pour cent de sa masse assurerait l'éclat du Soleil pendant cent cinquante millions d'années. Pour une étoile géante de 10.000 fois l'éclat du soleil, et de 35 fois sa masse, le même pourcentage de perte maintiendrait son rayonnement pendant 500 millions d'années. L'étoile languirait dans cet état d'étoile géante type.

Quant toute la matière géante active serait épuisée, l'énergie de gravitation entrerait une fois de plus en jeu ; l'étoile se contracterait rapidement jusqu'à atteindre l'état représenté par le point D, où la matière active naine commence à être transformée. Là, de nouveau, l'évolution se ralentirait, l'étoile consumerait graduellement la matière active naine à travers les états représentés par D_1 et D_2, en prenant les propriétés des étoiles qui occupent le haut de la « main sequence », celle des classes spectrales B ou même O si la masse est assez grande.

A la longue la matière active naine est épuisée elle aussi ; la contraction devient de plus en plus rapide, et la densité devient si grande que même les atomes fortement ionisés sont au contact et qu'aucune contraction n'est possible. La température baisse et la carrière de l'étoile arrive à sa fin.

Pour les étoiles de faibles masses, les états observables seraient représentés par des points voinsins d'une ligne telle que M''_1 M''_2. Se contractant d'abord rapidement, l'étoile se stabiliserait en D'', vivant d'abord sur sa provision de matière naine, et passant lentement en D''_1 et D''_2 ; elle apparaîtrait alors comme une naine type de la dernière classe. Quand la matière naine serait complètement tarie, la contraction ferait passer l'étoile à l'état G'', à partir duquel elle consumerait la matière géante, et passerait

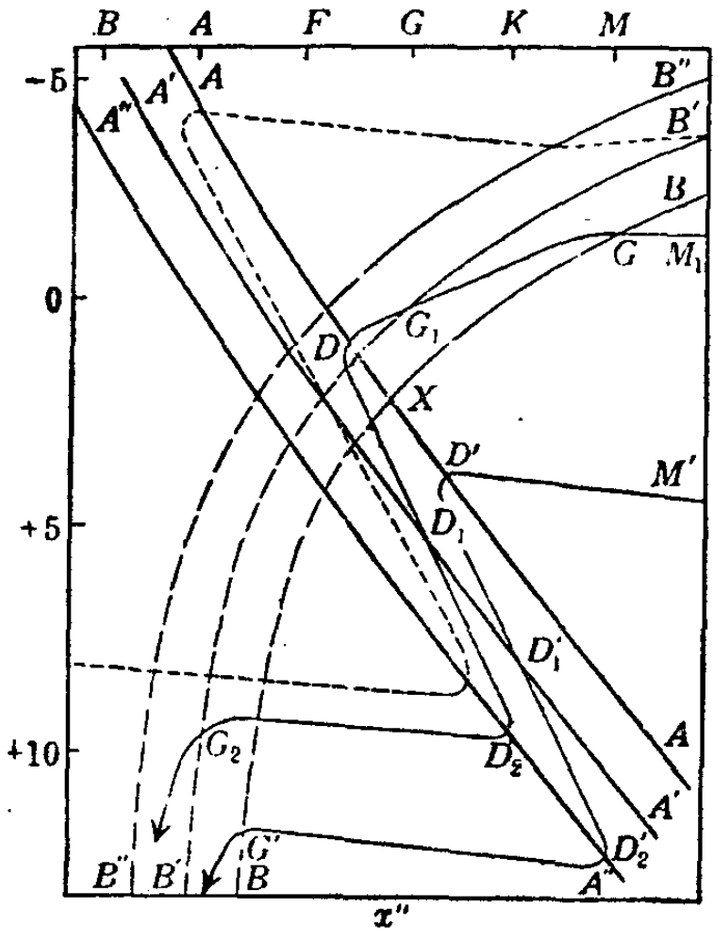


Fig. 122. — Evolution stellaire.

en G''_1 et G''_2 ; elle serait alors une naine blanche.

Une étoile de masse intermédiaire suivrait la route M'_1 G'_2, brûlant sa matière géante et sa matière naine simultanément.

Si la matière active constitue la plus grande partie, sinon la totalité de sa masse, le cours d'existence de l'étoile peut être un peu plus compliqué (fig. 122). Si elle possède au départ une grande masse, ce qui la placerait par exemple en M_1, sur le diagramme, son point figuratif arrive en G où l'étoile se trouve dans des con-

ditions telles que la matière géante peut être utilisée. Par suite de la grande abondance de matière géante, la perte de masse peut être considérable, et le point D est atteint avant que toute cette matière ne soit consumée. La matière naine entre alors en action ; l'état stellaire passe de D en D_1 et D_2, la perte de masse, et par suite celle d'éclat, devenant plus grande. Quand la matière naine est pratiquement épuisée, la contraction joue son rôle, et le point représentatif atteint rapidement G_2. Dans cet état, nouveau sommeil ,pendant lequel l'étoile vit sur son résidu de matière géante.

Une étoile de plus faible masse initiale suivrait la route M'D'D'$_1$D'$_2$G'... La matière naine y serait usée la première. Une étoile de grande masse initiale, mais pauvre en matière géante, suivrait la ligne pointillée. Dans ce cas, toute matière géante est consommée la première, l'étoile se contracte et devient une étoile B ; puis elle descend la main sequence, et se contracte enfin jusqu'à extinction.

Comme on le voit, cette nouvelle théorie de l'évolution est profondément différente de la première théorie de Russell. La production de chaleur par contraction ne joue plus qu'un rôle secondaire. Les étoiles ne passent plus nécessairement de l'état géant à l'état nain, il n'y a plus lieu d'expliquer pourquoi l'étoile, après s'être échauffée dans la première partie de son existence, celle qu'elle passait à l'état géant, était amenée à se refroidir à un certain moment de son existence, auquel ne correspondrait aucun changement dans les propriétés de sa matière. Tout repose sur l'existence de ces transformations subatomiques englobées sous le nom de matière géante et de matière naine.

Sur bien des points la théorie s'accorde avec les faits mieux que la première théorie de Russell. En particulier elle donne une explication de l'existence de ces astres si curieux, les naines blanches. Par contre elle satisfera moins peut-être ceux qui s'inquiètent de l'origine des mondes et de leur fin. Lockyer prenait une étoile à sa naissance, montrait comment elle se formait, comment elle vivait, pourquoi elle mourrait. La nouvelle théorie ne considère que des astres déjà formés, parfois à très haute température, et dans lesquels la matière ne cesse de se désagréger ; elle laisse de plus dans l'ombre l'époque de la vie stellaire qui suit l'anéantissement des matières géantes et naines. A voir les diagrammes des figures 121 et 122, il semblerait que toutes les étoiles doivent finir leur vie comme étoiles blanches. Après la dernière élévation de température marquée par le déplacement du point figuratif vers la gauche et produite cette fois non par la transformation des matières géantes et naines complètement épuisées, mais par la contraction qui reprend son rôle, ne faudrait-il pas que le diagramme de l'évolution contienne une nouvelle branche parallèle à la main sequence et dans laquelle l'étoile passerait par la série des types spectraux des blancs aux rouges ?

La fin de la vie d'une étoile pose des problèmes bien difficiles à résoudre ; l'histoire des naines blanches en donne un exemple.

Tout le monde connaît l'étoile Sirius, qui brille dans le ciel d'hiver. Cet astre est en réalité une étoile double, mais le compagnon noyé dans le rayonnement de la composante principale est fort malaisé à apercevoir. Ce compagnon a cependant une masse assez forte pour que son attraction influe d'une manière très importante sur la position de Sirius et pour qu'avant de l'avoir vu, on ait pu trouver la preuve de son existence dans le déplacement qu'il infligeait à Sirius. Les étoiles doubles nous dévoilent beaucoup de leurs propriétés ; les observations montrent que ce compagnon a une masse égale aux quatre cinquièmes de celle du Soleil, mais une luminosité qui n'est que le trois cent soixantième de celle du Soleil. La faiblesse de cet éclat aurait été naturelle si cet astre était une étoile rouge presque éteinte, mais en 1914, W.-S. Adams fit la découverte, surprenante, que son spectre est celui d'une étoile blanche, peu différent de celui de Sirius lui-même. Sa brillance est donc très grande, et son faible éclat ne peut provenir que de ses faibles dimensions. En admettant, en effet, une température de 8.000°, correspondant à son spectre, le calcul lui donne un rayon de 18.800 km. C'est donc un astre d'une masse égale à celle du Soleil, mais d'un diamètre moindre que celui d'Uranus. Sa densité est de 61.000 grammes par centimètre cube : une balle de tennis faite avec la matière qui le compose, pèserait plus de six tonnes.

Si ce n'était que ce résultat pourrait paraître absurde, rien ne permettrait de douter du calcul. La masse est déterminée par la méthode la plus sûre ; le rayon est obtenu par le procédé employé pour prédire les rayons de Bételgeuse, d'Antarès, et d'autres étoiles géantes, prédictions confirmées après coup par les mesures interférentielles. Il a semblé longtemps que les propriétés des étoiles naines blanches étaient un de ces paradoxes qui naissent de temps en temps lorsque des conclusions théoriques imparfaites sont soumises à l'épreuve de l'observation. Mais comme nous venons de l'expliquer, les théories actuelles sur la constitution de l'atome montrent que ces densités sont possibles. La densité du compagnon de Sirius a pu d'ailleurs être soumise à une vérification cruciale. Si la densité est aussi forte que les calculs l'ont montré, le troisième effet d'Einstein, celui du déplacement des raies spectrales vers le rouge doit être

très grand, 31 fois plus grand que pour le Soleil, puisqu'il est proportionnel à M/R. Il doit être équivalent à un déplacement Doppler-Fizeau de 20 km. par seconde, qui ne pourrait être confondu avec les autres causes de déplacement qui atteignent à peine 3 ou 4 km. L'effet Doppler-Fizeau peut d'ailleurs être exactement mesuré dans le cas de Sirius, si bien que la vérification ne peut laisser aucun doute. M.W.-S. Adams tire de ses observations que l'effet Einstein serait de 19 km.sec. au lieu des 20 km. calculés. La vérification ne pouvait pas être plus décisive : elle donne une confirmation à la fois à la théorie d'Einstein, et à notre soupçon qu'une matière 2.000 fois plus dense que le platine est non seulement possible, mais existe actuellement dans l'Univers.

Malgré le succès de cette confirmation, quelques difficultés demeurent, qui démontreraient, s'il en était besoin, qu'il reste encore beaucoup à trouver. M. Eddington fait remarquer lui-même qu'on ne peut s'expliquer comment une étoile qui arrive à un état aussi compressé pourrait en sortir. Autant que nous pouvons le savoir jusqu'à présent, cette compression de la matière n'est possible que si la température est assez grande pour que les éléments soient ionisés. Mais il faut bien penser que la provision d'énergie subatomique de l'étoile s'épuisera, et qu'il viendra un temps où il n'y aura plus rien pour maintenir la température. L'étoile devra se refroidir, et elle tendra à reprendre une densité normale ordinairement associée avec les solides — non seulement sur la Terre, mais dans les espaces interstellaires, comme les météorites le montrent, — elle devra se dilater et accomplir un travail contre la gravité. L'étoile aura besoin *d'énergie pour se refroidir*. Où prendra-t-elle cette énergie ? On se trouve en face d'un paradoxe troublant : l'étoile ne peut se maintenir dans son état d'ionisation parce qu'elle n'a plus assez d'énergie pour conserver sa température, mais elle ne peut pas non plus sortir de cet état d'ionisation et se refroidir, parce que sa matière interne n'a pas assez d'énergie pour repousser le poids des couches supérieures qui l'écrasent.

M. R. H. Fowler paraît avoir levé cette difficulté en se basant sur quelques développements récents de la théorie des quanta. C'est une coïncidence curiese que précisément au moment où cette question des hautes densités préoccupait les astronomes, les physiciens développaient une nouvelle théorie de la matière qui s'applique particulièrement bien aux hautes densités. C'est une preuve de plus de l'appui mutuel que se donnent toutes les sciences.

LES PROGRÈS DE L'ÉCLAIRAGE

par Edouard IMBS

La lumière.

M. Jean Perrin a dit que la « Lumière était l'âme de la Matière ».

La lumière, est, en effet, la grande animatrice de vie à la surface de la terre — sans les rayons du soleil, les plantes, qui s'en nourrissent aux dépens de l'air, s'étiolent et dépérissent, — les animaux et les hommes ne résisteraient guère mieux.

Vous connaissez tous l'action stimulante de la lumière sur les organismes vivants et les applications thérapeutiques qui ont été faites de ce qu'on appelle les rayons violets et ultra-violets — ces rayons produisent des effets analogues à ceux du soleil, ayant pour principale caractéristique d'aider à l'assimilation des sels calcaires.

Qu'est-ce donc que la lumière, source de toute vie, dont les effets sont si bienfaisants.

Les anciens pensaient que la lumière n'existait pas en elle-même, mais qu'elle ne se manifestait qu'autant qu'existait conjointement l'organe réceptif constitué par l'œil.

Les dictionnaires vous diront : la lumière c'est ce qui fait que nous pouvons percevoir les objets.

Vous ne serez certainement pas satisfaits de cette explication.

Je dois vous avouer que malgré les progrès de la science, nous n'avons pas encore de notion définitive sur la constitution intime de la lumière ; cependant nous sommes un peu fixés sur la nature de son action.

Il y a trois siècles, le physicien hollandais Huyghens avait fait déjà ressortir l'analogie entre les conditions de la propagation de la lumière et les conditions de propagation des rides provenant du centre d'ébranlement occasionné par une pierre qui tombe dans une eau tranquille.

C'était la théorie des ondulations. On considérait à cette époque que les ondes lumineuses provenaient des vibrations de ce qu'on a appelé l'éther, c'est-à-dire de particules impondé-

rables qui remplissent l'espace et qui cherchent constamment leur équilibre.

Maxwell a montré depuis que ce qui impressionne notre rétine provient de la propagation à travers l'espace de deux champs, l'un électrique, l'autre magnétique, perpendiculaires entre eux et synchrones.

Hertz, d'autre part, découvrait les ondes électro-magnétiques, et nous sommes arrivés aujourd'hui à la conception que la lumière est de l'énergie rayonnante faisant partie de l'étendue considérable de l'échelle des vibrations de nature électromagnétique qui se propagent à travers l'espace avec une vitesse de 300.000 kilomètres par seconde.

Cette vitesse avait été déterminée par l'astronome danois Roemer dès 1676 (pour la lumière).

Les vibrations qui entrent en jeu dans la télégraphie sans fil et les rayons X sont de même nature que les vibrations lumineuses. Ces radiations diffèrent seulement par leur fréquence, c'est-à-dire par le nombre de vibrations par seconde.

La T.S.F. nous a familiarisés depuis quelque temps avec la notion de fréquence et surtout avec la notion de longueur d'onde, c'est-à-dire le chemin parcouru par le front de l'onde pendant la durée d'une vibration.

On sait que les longueurs utilisées en T.S.F. sont comprises entre plusieurs kilomètres et quelques mètres. Les longueurs d'ondes des radiations lumineuses sont beaucoup plus petites; elles se chiffrent par fractions de millième de millimètre. Toutes les radiations lumineuses sont comprises entre des longueurs variant d'environ 4 à 8 dix-millièmes de millimètre.

La vitesse de propagation du mouvement vibratoire — constante, ainsi que je le disais tout à l'heure — n'est autre que le produit de la fréquence par la longueur d'onde.

Plus la longueur d'onde est petite, plus la fréquence est donc grande.

Les vibrations électro-magnétiques sont engendrées dans toutes nos machines électriques ; les alternateurs, par exemple, ont des fréquences très basses, de l'ordre de 45 à 50 vibrations par seconde. On voit que l'on est loin avec ces machines des fréquences des ondes lumineuses qui sont de l'ordre de 75×10^{13} vibrations. On obtient déjà des fréquences beaucoup plus élevées avec les alternateurs dit H.F. employés en T.S.F. Si on envisage les phénomènes d'oscillations du courant dans les circuits, on trouve des fréquences encore plus élevées.

Mais, d'autre part, on sait aussi produire des vibrations de longueurs beaucoup plus petites que celles des vibrations lumineuses. Les rayons X, les rayons γ qui traversent les métaux les plus lourds, sont aussi des vibrations

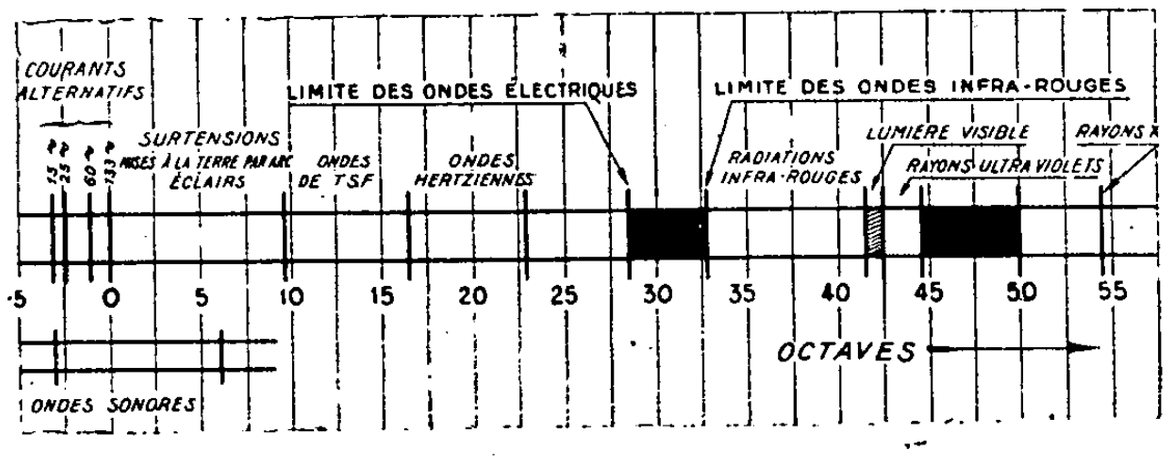


Fig. 123. — Tableau comparatif des différentes vibrations électro-magnétiques.
Ce tableau est gradué en octaves; on a pris comme point de départ la fréquence 133 correspondant environ à l'ut 2 du piano (128 vibrations); l'octave a le double de vibrations, soit 266; la vibration à 2 octaves a un nombre de vibrations double de la vibration du premier octave, soit 532 vibrations et ainsi de suite. On se rend compte de la grandeur des fréquences auxquelles correspondent les vibrations lumineuses.
Cette figure montre aussi la très petite place que tiennent les radiations lumineuses dans l'échelle des radiations électro-magnétiques.

de même nature électro-magnétique — on est arrivé à déceler des vibrations de cette nature telles qu'il en faut cent millions pour parcourir un millimètre de longueur (fig. 123 et 124).

Notre corps est incapable de saisir les radiations utilisées en T.S.F. ; il lui faut, par des moyens compliqués, les transformer en phénomènes sonores, que l'oreille enregistre ; mais nous possédons avec l'œil un appareil d'une très grande sensibilité, capable de détecter les radiations comprises entre les deux limites extrêmes de longueur d'onde, de 4 à 8 dix-millièmes de millimètre environ. C'est l'ensemble de ces radiations que nous désignons sous le nom de lumière.

Nous sommes habitués à la lumière naturelle, que nous appelons « lumière blanche ». Certains appareils de physique, les prismes ou les réseaux, permettent de décomposer cette lumière blanche en un certain nombre d'autres lumières, qui produisent sur notre œil des sensations différentes les unes des autres, auxquel-

les nous donnons les noms de rouge, jaune, vert, bleu, violet. En analysant les phénomènes en jeu, on a pu constater que chacune de ces lumières, c'est-à-dire chacune de ces sensations, correspondait à des vibrations d'une fréquence ou longueur d'onde unique, bien déterminée, tandis que la lumière blanche résulte de la superposition de ces différentes sensations agissant toutes ensemble sur l'œil.

Si l'on fait tourner suffisamment vite un disque sur lequel on a peint des secteurs successivement rouge, orangé, jaune, vert, bleu, indigo et violet, on constate que ce disque paraît blanc, parce que les différentes sensations que chaque couleur produit successivement sur notre œil se superposent en raison de la vitesse de rotation du disque. Inversement, si nous faisons passer à travers un prisme en verre un faisceau de lumière blanche, nous pouvons étaler sur une feuille de papier une bande présentant successivement les couleurs fondamentales : rouge, orangé, jaune, vert, etc... Cette bande est nommée « spectre visible » de la lumière considérée. C'est immédiatement en deçà et au delà du spectre visible qu'existent les autres radiations indivisibles, dites infra-rouges (radiations calorifiques) et ultraviolettes (radiations chimiques).

L'œil constitue un appareil assez délicat et assez précis pour différencier les couleurs, c'est-à-dire pour permettre de classer des phénomènes ayant pour limites des fractions de millième de millimètre. Si, d'autre part, on considère que, dans l'air calme, il peut distinguer la lueur d'une bougie à 1ôo mètres, qu'il peut aussi distinguer sans instrument une étoile de 6e grandeur, lui envoyant une quantité d'énergie lumineuse 10.000 à 12.000 fois plus petite encore, on voit combien sa sensibilité est prodigieuse.

La nature a donc mis à notre disposition un instrument incomparable pour bénéficier des richesses qu'elle nous apportait.

Les hommes primitifs n'ont utilisé ces richesses que dans une mesure très faible. Leur vie était celle des animaux — ils dormaient dès que la lumière du jour avait disparu et réglaient leurs habitudes sur le soleil dispensateur à la fois de la lumière et de la chaleur.

Mais les conditions physiologiques de la nature humaine n'exigent pas un repos aussi considérable.

L'esprit est chez l'homme plus fort que la matière. Aussi l'homme a-t-il voulu, petit à petit, mieux utiliser la faible durée de son existence sur terre. La vie animale qui était celle des premiers âges s'est transformée en vie intellectuelle. Il nous a fallu, pour cela, de la lumière artificielle, c'est-à-dire produire de l'éclairage artificiel.

Les étapes initiales de l'éclairage artificiel.

Tout le monde connaît les étapes initiales de l'éclairage — les peuples de l'antiquité ont commencé par brûler des liquides, des huiles végétales ou des solides — je n'insisterai pas sur les torches des premiers âges, les chandelles qui datent de l'an 1000 (1016), ni sur les bougies de cire et de paraffine, le pétrole introduit en 1843, et l'acétylène encore utilisés de notre temps. Je vous dirai cependant quelques mots de l'histoire de l'éclairage public de Paris, car elle est suggestive et fait bien ressortir l'accroissement des besoins de lumière artificielle.

Faute d'éclairage public dans les rues, l'activité des Parisiens est restée longtemps sous la dépendance des saisons. Au moyen-âge, on se levait au jour, on soupait à 4 heures et on ne sortait guère en hiver après le souper, les rues étant peu sûres malgré le guet royal. Au XIVe siècle, il n'y avait encore qu'une chandelle au Châtelet, et le fanal de la Tour de Nesle qui indiquait aux mariniers l'entrée de Paris, date de la fin du XIVe siècle. C'est au XVIe siècle, en 1524, sous François Ier, que la première ordonnance imposa aux Parisiens de mettre des lanternes (chandelles ardentes) à chaque maison

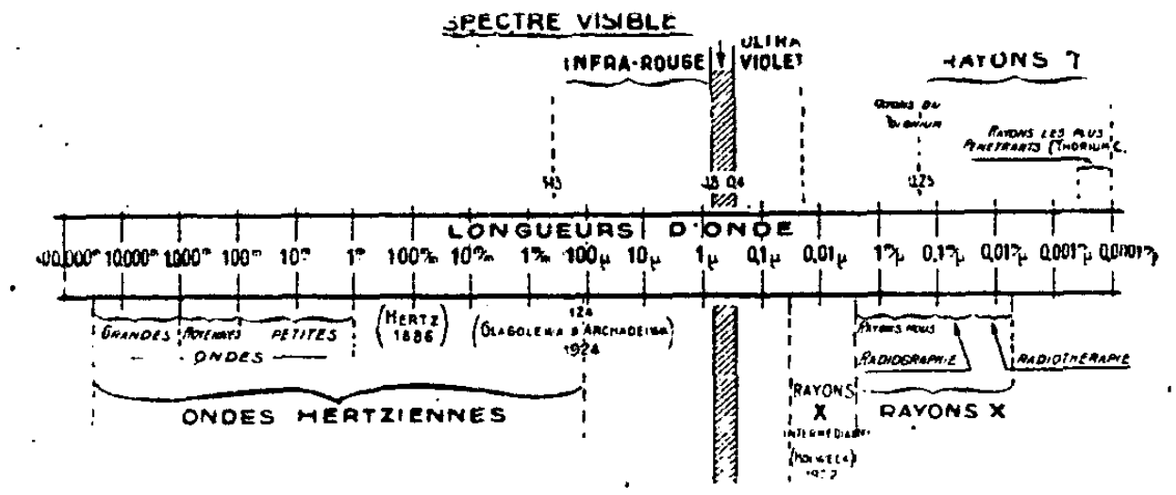


Fig. 124. — Radiations électro-magnétiques.
Ce tableau est analogue au précédent, mais gradué en longueurs d'onde. Les dénominations des différentes ondes ont surtout pour but de les classer dans l'échelle générale, mais toutes ces radiations sont de nature absolument identiques.

« pour éviter le danger des mauvais garçons qui courent la nuict par la ville ». Les réverbères, inventés par Bourgeois de Chateaublanc, date de 1744 ; ils sont restés à huile jusqu'au XIXe siècle ; le gaz est apparu en 1819 sur la place du Carrousel. A la suite des découvertes de Ph. Lebon, les becs ne donnaient encore que 10 bougies en 1855.

Mais l'entrée en ligne de l'électricité en 1878 (premiers essais dans l'avenue de l'Opéra avec des foyers Jablochkof) provoquait l'apparition des becs intensifs et à récupération au gaz et conduisait à l'adoption de foyers qui, aujourd'hui, tant au gaz qu'à l'électricité, donnent une intensité lumineuse de plus de 3.000 bougies.

Je ne développerai pas davantage l'historique de l'éclairage public à Paris ; consultez la publication de M. Boutteville, qui est si suggestive à ce sujet. Vous y lirez que M. de Sartine, lieutenant général de la police en 1759, qui avait ouvert le premier concours d'éclairage et concédé, en 1769, les premiers monopoles d'illumination par lanternes, affirmait « qu'il n'est « permis de penser que l'avenir puisse réserver « quelque chose de mieux. »

Nous ne pensons pas de même aujourd'hui ; malgré les progrès réalisés, nous savons qu'il reste beaucoup mieux à faire.

L'histoire de la technique du développement successif des sources lumineuses vous montrera les complexités du problème.

Unités de mesure.

Il faut tout d'abord se rendre compte que l'œil, cet instrument merveilleux, est cependant insuffisant pour mesurer les différentes grandeurs qui entrent en jeu dans la technique de l'éclairage.

Sans entrer dans le détail des appareils de mesure qui ont été successivement inventés, ni de la photométrie, — on se reportera sur ces points aux ouvrages spéciaux, notamment ceux de M. Charles Fabry. — il est nécessaire de préciser les trois unités fondamentales qui sont employées dans la pratique courante :

1° *la bougie décimale* était l'intensité lumineuse d'une bougie de stéarine dans la direction horizontale. Elle est devenue actuellement la *bougie internationale ;* c'est la moyenne des intensités lumineuses, dans une certaine direction, de lampes étalon déposées dans des laboratoires désignés à cet effet en France, Grande-Bretagne et Etats-Unis ;

2° *le lux*, unité d'éclairement, correspondant à l'éclairement d'une surface placée à un mètre d'une source donnant une intensité d'une bougie internationale dans la direction perpendiculaire à la surface. C'est à peu près l'éclairement qu'on obtient au centre d'un journal tenu à une distance de un mètre d'une bougie de stéarine ordinaire ;

3° *le lumen*, unité de flux lumineux, sert à mesurer des quantités de lumière. Il correspond à la quantité de lumière rayonnée par seconde par une source lumineuse possédant une intensité de une bougie internationale, dans toutes les directions sur une surface de un mètre carré dont tous les points sont placés à un mètre de distance de la source.

Ce n'est pas tout que de définir des unités, il faut pouvoir les utiliser. Or, les lampes étalon qui définissent maintenant la bougie internationale ne restent pas toujours semblables à elles-mêmes et sont difficiles à reproduire identiques. En outre, la lumière qu'elles produisent n'est pas toujours parfaitement blanche, ce qui est gênant pour les mesures comparatives. Aussi est-il du plus haut intérêt de posséder un « *étalon de lumière blanche* » qu'on pourrait reproduire à volonté et qui donnerait une lumière ayant toujours la même composition. Des comités nationaux ont été créés à cet effet dans les différents pays et se réunissent fréquemment en une commission internationale de l'éclairage. Le Comité français a eu pour mission d'effectuer des recherches sur l'étalon de lumière blanche. Ces recherches se font au laboratoire de la Société du Gaz de Paris, avec le concours de savants bien connus : MM. Abraham, Fleury, Chapuis, Janet et Jouaust.

Développement successif des sources lumineuses.

Eclairage à incandescence par le gaz.

Le premier essai d'éclairage par le gaz fut réalisé par Philippe Lebon, en 1797, en distillant de la sciure de bois dans un ballon en verre. La première compagnie gazière fut mise sur pied seulement en 1820. Les becs de gaz utilisés étaient constitués simplement à cette époque par un bouton sphérique en fonte, percé d'un trou. Un tel bec consommait environ 16 litres de gaz par bougie, à l'heure. Ce bec fut perfectionné en Angleterre, où on utilisa le bec dit « Manchester », susceptible de fournir une bougie-heure pour une consommation de 13 litres. Vint ensuite le bec dit « Papillon », bien connu, qui consommait un peu moins, environ 12 litres de gaz par bougie-heure.

Argand introduisit un nouveau perfectionnement, sous la forme d'une cheminée en porcelaine permettant une meilleure combustion et réussit à abaisser la combustion jusqu'à 10 lit. 5 par bougie.

Afin d'augmenter la température de la flamme et par suite son rayonnement dans la partie visible du spectre, on eut l'idée de réchauffer au préalable le gaz et l'air, au moyen de la

chaleur perdue par la combustion même de la flamme. Ces becs étaient malheureusement très onéreux.

Peu après ces essais, on eut l'idée de porter à l'incandescence par la flamme du gaz une matière réfractaire ; les premières tentatives furent faites par Drummond, en 1828, qui porta un morceau de chaux à l'incandescence, en le plaçant dans une flamme provenant de la combustion d'un mélange d'hydrogène et d'oxygène.

Le prix de revient de ce mode d'éclairage était très élevé. Clamond s'attacha alors à perfectionner un brûleur du type Bunsen, qui portait à incandescence une sorte de petit panier conique en magnésie. Malheureusement, si le rendement atteignit celui des becs à gaz réchauffés, le panier de magnésie se désagrégeait rapidement.

Vers 1885, Auer, qui s'était livré à des études systématiques sur les oxydes de terres rares, reconnut la propriété qu'ont ces corps d'émettre des radiations visibles à une température peu élevée à la condition d'être utilisés sous une faible masse ; c'est ce qui lui donna l'idée de réaliser son manchon, sorte de support obtenu par incinération d'un tissu préalablement imprégné de sels de métaux rares.

Les essais d'Auer le conduisirent à adopter un mélange de 99 % d'oxyde de thorium et 1 % d'oxyde de cérium.

On perfectionna ensuite les systèmes de mélange d'air et la forme des injecteurs, et on augmenta la solidité des manchons. On obtient actuellement des manchons qui, utilisés sur la voie publique et soumis par suite aux trépidations et aux courants d'air, peuvent durer jusqu'à huit semaines, représentant environ 500 heures d'éclairage.

Un bec droit consomme environ 11 lit. 6 de gaz par bougie-heure moyenne.

On a, de plus, amélioré la répartition lumineuse des manchons en les faisant renversés ; la position du manchon facilitant le réchauffage du gaz, on est parvenu à réduire encore d'environ 25 % la consommation par rapport au manchon droit.

Enfin, le dernier perfectionnement de la technique de l'éclairage au gaz est l'utilisation de gaz comprimé, qui permet d'entraîner une plus grande quantité d'air et assure une meilleure combustion du mélange. De plus, dans ce procédé, la flamme d'un tel bec n'ayant pas à emprunter d'air à l'atmosphère qui l'environne, on évite le refroidissement de la surface du manchon ; enfin, la combustion accélérée du mélange donne lieu à une élévation importante de température qui permet le réchauffage préalable du mélange aux environs de 450°.

La compression présente aussi l'avantage de permettre l'obtention de foyers lumineux très concentrés et cependant puissants, ce qui conserve au gaz le champ des applications de l'éclairage public.

Eclairage a incandescence par l'électricité.

Voyons maintenant comment on est arrivé à la conception actuelle de la lampe à incandescence qui est la source lumineuse aujourd'hui la plus employée, l'arc ayant pour ainsi dire disparu et ne se maintenant que pour l'éclairage public à côté du gaz.

Lampes à filament de charbon.

La première lampe à incandescence brevetée fut celle de Moylen, en 1841. Divers essais suivirent : notamment ceux de Stair et de King en 1845, de Roberts, de Lodyguine, de Kosloff, etc.

La première lampe à filament de carbone placé à l'intérieur d'une ampoule dans laquelle on avait fait le vide, fut mise au point par Edison en 1879. Le filament en papier durait peu ; Edison remplaça le papier par de la fibre de bambou carbonisé, l'ampoule noircissait très rapidement par suite de la volatilisation du carbone qui se déposait sur ces parois, de sorte que vers la fin de la vie de la lampe, le rendement était tombé à la moitié de sa valeur initiale. On perfectionna ensuite les filaments de carbone par des procédés différents, notamment en se servant de coton dissous.

En 1905, on réussit à recouvrir de graphite le filament de carbone, les lampes ainsi traitées pouvaient supporter des températures plus élevées et le rendement atteignait un peu plus du double de la première lampe Edison.

Lampes à filament métallique.

La théorie et la pratique s'accordant pour montrer que le rayonnement d'un corps incandescent augmente très rapidement avec la température (environ comme la 4e puissance de la température absolue), il y avait intérêt à porter les corps à une température aussi voisine que possible de leur point de fusion. On tourna les recherches vers les filaments métalliques.

On s'adressa d'abord au platine, puis aux oxydes de terres rares. Les premières lampes mises sur le marché furent la lampe Nernst et la lampe à filament d'osmium : le rendement s'améliora, mais la fragilité de ces lampes était extrême. En 1905, Von Bolton établit la lampe à filament de tantale. Le tantale fut abandonné dans la suite en faveur du tungstène, dont le grand avantage provient de sa très lente évaporation et de son point de fusion très élevé. En outre, le tungstène rayonne plus de radia-

tions visibles que l'osmium à une même température. L'emploi du tungstène métallique fut retardé par la difficulté de préparation. Les premiers filaments formés de poudre d'oxyde de tungstène pressée étaient d'une très grande fragilité. Le procédé Coolidge permit l'étirage et la fabrication de filaments homogènes ; on parvint, grâce à l'utilisation de ces filaments, à obtenir un résultat à peu près six fois meilleur que celui obtenu avec la lampe Edison primitive.

Afin d'augmenter encore *l'efficacité*, c'est-à-dire la quantité de lumière produite pour une quantité donnée d'énergie dépensée, il fallait, comme il a été dit plus haut, augmenter la température ; on se heurtait toujours à la même difficulté : noircissement rapide de l'ampoule.

Pour obvier à cet inconvénient, il fallait empêcher la volatilisation du métal. Langmuir breveta, en 1913, une lampe à filament de tungstène placé dans un gaz inerte qui, par suite, n'avait aucune action chimique sur le filament et dont la pression, s'opposant à la volatilisation du métal, permettait d'augmenter la durée des lampes. C'est par ces procédés qu'on est arrivé à construire les lampes à incandescence dont le rendement est le plus élevé.

Electro-luminescence.

Des recherches ont été faites dans un tout autre ordre d'idées, celui de l'électro-luminescence, à qui on a souvent donné le nom de « lumière froide ».

On est parvenu à produire de la lumière en faisant passer le courant électrique à travers des gaz raréfiés ; le phénomène est alors très différent de l'incandescence des filaments des lampes. Les premiers essais satisfaisants et utilisables industriellement, furent ceux de Moore, qui faisait passer la décharge soit dans l'azote, soit dans le gaz carbonique ; on obtenait ainsi des tubes dont la lumière n'était pas désagréable à l'œil. Le choix heureux du gaz a une très grande importance. M. Georges Claude fabriqua le premier les tubes à néon qui peuvent durer près d'un millier d'heures. Le nombre de gaz nouveaux introduits dans les tubes se multiplie tous les jours et leur usage se répand de plus en plus pour les enseignes lumineuses.

Au lieu d'un gaz raréfié, on peut placer dans le tube de la vapeur de mercure, dont la luminescence donne une lumière jaune verdâtre, très actinique mais peu plaisante. Ces tubes sont fréquemment utilisés pour la publicité.

Pour l'éclairage, on a employé des *arcs au mercure* jaillissant entre deux électrodes de mercure, ou bien entre une électrode de mercure (pôle négatif) et une électrode en fer (pôle positif). Suivant que la température de fonctionnement est élevée (tubes en quartz) ou relativement basse (tubes en verre), les phénomènes en jeu se rapprochent du phénomène normal de l'arc entre métaux, ou bien du phénomène d'électro-luminescence. Les tubes habituellement utilisés pour l'éclairage de certains ateliers, et surtout pour l'éclairage des studios de cinéma (en raison du grand pouvoir actinique des rayons émis) sont construits en verre et sont munis d'une chambre de condensation pour que leur température ne s'élève pas trop. Leur fonctionnement est intermédiaire entre celui des tubes luminescents et celui des arcs.

Même avec les tubes au mercure ou au néon, on est encore bien loin des consommations qui permettent de se rapprocher de la valeur obtenue pour l'équivalent mécanique de la lumière.

Rendement des sources lumineuses.

Ceci m'amène à parler du rendement des sources lumineuses.

On sait que lorsqu'une lampe fonctionne, il y a une certaine quantité d'énergie perdue sous forme de chaleur, radiations ultra-violettes, infra-rouges, etc.., auxquelles l'œil n'est pas sensible. D'autre part, dans la région visible du spectre, l'œil n'est pas également sensible à toutes les radiations ; le maximum de sensibilité a lieu pour une longueur d'onde d'environ 5 dix-millièmes de millimètre, qui correspond au jaune vert et décroît très rapidement, pour s'annuler vers le rouge et vers le violet (fig. 125).

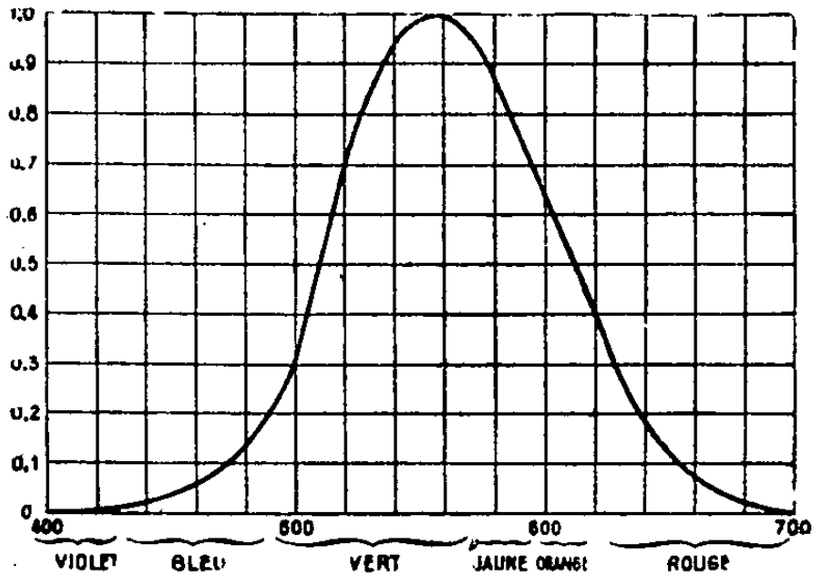


Fig. 125. — Facteur de la visibilité en fonction de la longueur d'onde

Disons tout de suite que toutes les sources lumineuses connues ont des rendements déplorables ; nous entendrons par rendement global, le rapport entre l'énergie fournie à la source et l'énergie rayonnée réellement utilisable pour l'œil. Donnons quelques valeurs de ces rendements : un bec papillon a un rendement global de l'ordre de 0,0012 ; pour la lampe à filament métallique, le rendement ne dépasse guère 0,03 et atteint à peine 0,07 pour l'arc à mercure en

tube de quartz, et l'arc à flamme (les deux sources ayant les rendements les plus élevés). On a pu dire ainsi, avec raison, que dans nos sources lumineuses actuelles, la lumière, qui devrait être le produit principal, n'est qu'un sous-produit, le produit principal étant la chaleur.

Remarquons, d'autre part, que l'on a pu évaluer l'équivalent mécanique de la lumière pour la radiation de coefficient de luminosité maximum, c'est-à-dire pour la radiation jaune verte donnant le maximum d'effet sur l'œil. Un lumen de lumière de coefficient de luminosité maximum équivaut à une puissance de 0,0016 watt. On en déduit que la source idéale, qui ne rayonnerait que de la lumière visible, aurait un rendement de 628 lumens par watt.

Donnons, pour montrer l'état actuel de la question, quelques chiffres de l'efficacité actuelle de nos lampes à incandescence :

la lampe primitive d'Edison avait une efficacité en lumen par watt de	1,7
la lampe 100 watts à atmosphère gazeuse 110 v. de	12
la lampe 500 watts de	16
la lampe 1.000 watts, environ de ..	17

On voit combien on est loin de l'efficacité théorique maxima.

Brillance ou éclat des sources lumineuses.

Ainsi que nous l'avons vu, l'augmentation de l'efficacité des lampes est obtenue par une élévation de température. Or, la surface des filaments qui rayonne a été loin de suivre un accroissement correspondant à celui de l'augmentation de température ; il en résulte qu'une même surface de filament rayonne beaucoup plus dans les lampes actuelles que dans les anciennes lampes à filament de carbone par exemple.

L'intensité du rayonnement devient telle dans les lampes modernes, que l'on ne peut les regarder sans gêne, et même pour les lampes de forte puissance, sans risque de détérioration de l'œil.

Le tableau suivant (1) donnera une idée de la progression suivie dans ce sens, pour les différentes sources. Ici intervient la notion de la brillance qui se définit par l'éclairement exprimé en bougie rapporté au centimètre carré de la surface de la source.

Sources	Brillance en bougies par cm²
Bougie ordinaire	0.5
Tube luminescent de Moore	0.1
Tube luminescent à vapeur de mercure	2.3
Manchon Auer : bec n° 3	5 à 7
Lampe à incandescence à filament de carbone.	55
Lampe à filament de tungstène dans le vide, type de 32 bougies	200.
Lampe à filament de tungstène en atmosphère gazeuse (dite demi-watt) :	
Type de 100 watts	580
Type de 500 watts	1.000
Type de 1.000 watts	1.200
Lampe pour projection cinématographique : 900 watts	2.700
Cratère de l'arc électrique au carbone	16.000

Si nous comparons ces nombres à celui qui représente la brillance du ciel clair, qui est d'environ 0,4 bougie par cm², on voit que les sources lumineuses artificielles actuelles sont extraordinairement plus brillantes que le ciel clair auquel l'œil est habitué. Il n'est donc pas surprenant que l'œil risque d'être endommagé lorsque le filament incandescent d'une lampe puissante se trouve placé à faible distance dans le champ visuel.

Il a donc fallu, aux nécessités nouvelles créées par cet état de choses, faire correspondre des moyens nouveaux afin d'utiliser au mieux les lampes modernes et les moyens puissants d'éclairage mis aujourd'hui à notre disposition. On a dû créer une technique spéciale de l'éclairage appliqué.

Bases de l'éclairagisme

Les bases de *l'éclairagisme* — pour employer ce néologisme quelque peu barbare — découlent de deux principes qui tendent à rapprocher l'éclairage artificiel de l'éclairage naturel ou diurne :

d'une part, il faut obtenir une quantité suffisante de lumière uniformément répartie,

d'autre part, il faut éviter l'éblouissement.

Nécessité d'une quantité suffisante de lumière.

La nécessité d'avoir une quantité suffisante de lumière n'est pas seulement une question d'agrément ou de bien-être ; elle influe aussi sur le rendement du travail. Chacun de nous a pu apprécier la différence qu'il y a entre descendre un escalier dans l'obscurité ou dans la lumière. Vous connaissez tous l'expérience du cylindre qui fait ressortir combien la rapidité de vision augmente avec l'éclairement. Les Américains, auxquels nous devons beaucoup d'enseignements, ont procédé avec conscience et minutieusement à certains essais de rendement du travail en ateliers, qui ont été convaincants dans chaque cas d'espèce

(1) Dans ce tableau, la valeur donnée pour la brillance du ciel est celle du ciel couvert de nuages, et non celle du soleil. Celui-ci est, en effet, une des sources les plus éblouissantes connues et sa brillance est d'environ 200.000 bougies par centimètre carré.

Le bureau américain de l'hygiène industrielle a fait des essais dans des bureaux de poste portant sur 5.000 employés desquels il résulte que, quand l'éclairement passe de 30 à 80 lux, la production augmente de 4,5 %. D'autres essais à Chicago ont indiqué que, pour un supplément de dépenses équivalant à 5 % des salaires, la production augmentait de 35 %.

Mais ce n'est que tout récemment et en France que l'on a fait des expériences générales

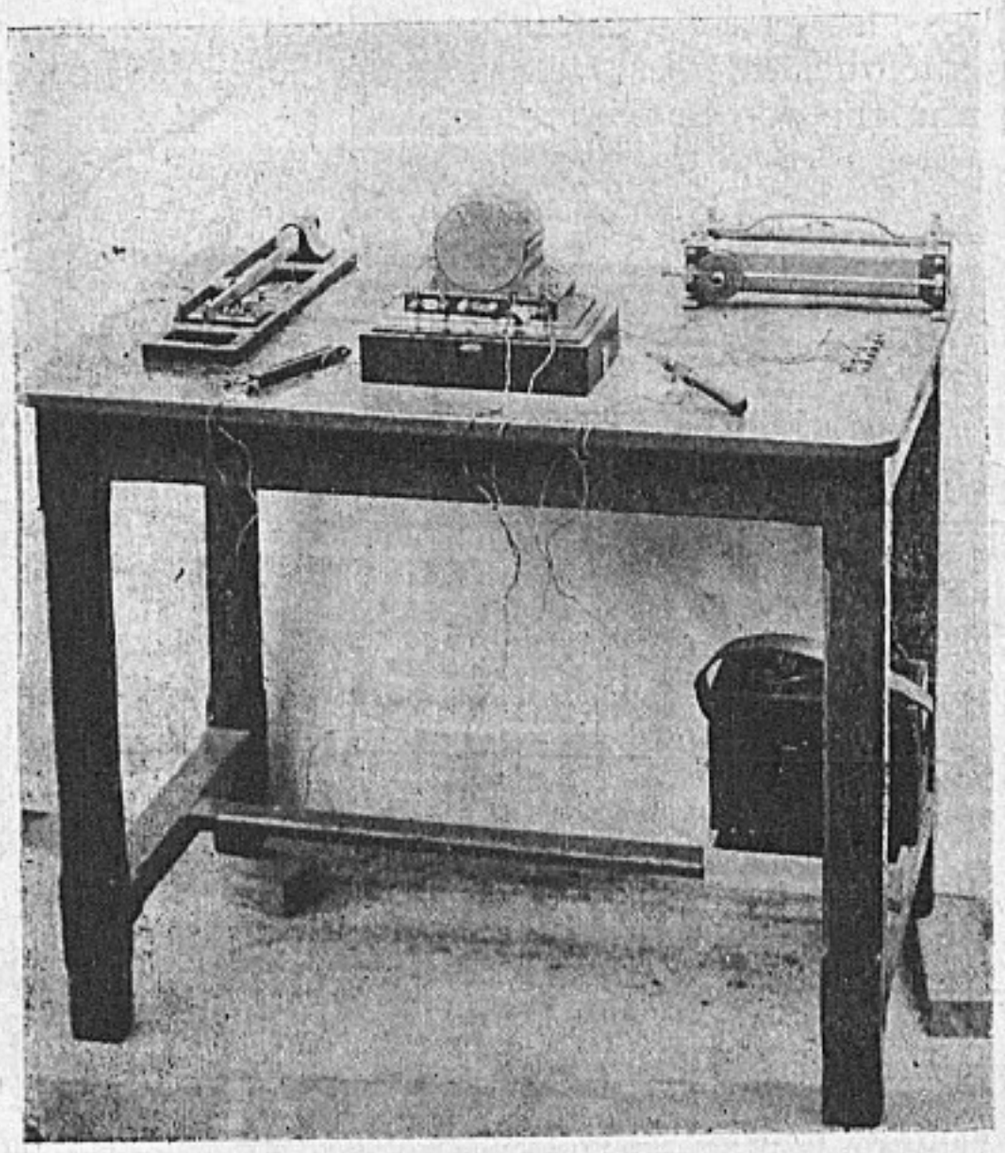


Fig. 126. — Table d'opération du Dr Faillie.

Cette photographie montre l'installation destinée à mesurer les vitesses de réaction psychomotrice. En bas, à droite, la batterie d'accumulateurs entretenant le mouvement du diapason qui procure la fréquence rigoureusement constante nécessaire à l entraînement du petit moteur synchrone. Au centre, le chronomètre au 1/100 de seconde dont l'aiguille est entraînée par le moteur. Sur la table, à droite, le contact destiné à être manœuvré par l'opérateur et à mettre l'aiguille en mouvement. A gauche, le contact destiné à être manœuvré par le sujet afin d'arrêter l'aiguille aussitôt que celui ci a perçu son déplacement.

qui précisent la question. C'est au Conservatoire des Arts et Métiers, avec l'appui de la Société pour le Perfectionnement de l'Eclairage, que le Dr Faillie a pu démontrer scientifiquement l'influence de l'éclairage sur les différentes facultés, notamment sur les vitesses de réaction psychomotrice, c'est-à-dire les vitesse des réflexes.

Ces essais consistaient dans la mise en marche soudaine par un opérateur d'une aiguille se déplaçant devant un cadran divisé, à raison d'un tour par seconde. Le sujet soumis à l'expérience devait arrêter l'aiguille au moyen d'un contact dès qu'il avait perçu le démarrage. Le point d'arrêt de l'aiguille permettait de mesurer, en centièmes de seconde, la vitesse de réaction psychomotrice du sujet. Ces essais ont permis de montrer que sous de faibles éclairements de l'ordre de quelques lux, la vitesse de réaction psychomotrice est de l'ordre de 30 centièmes de seconde. On constate, de plus, que cette vitesse croît de façon continue et atteint 20 centièmes de seconde et moins sous des éclairements verticaux de l'ordre de 150 lux. On conçoit quels avantages un ouvrier travaillant devant des

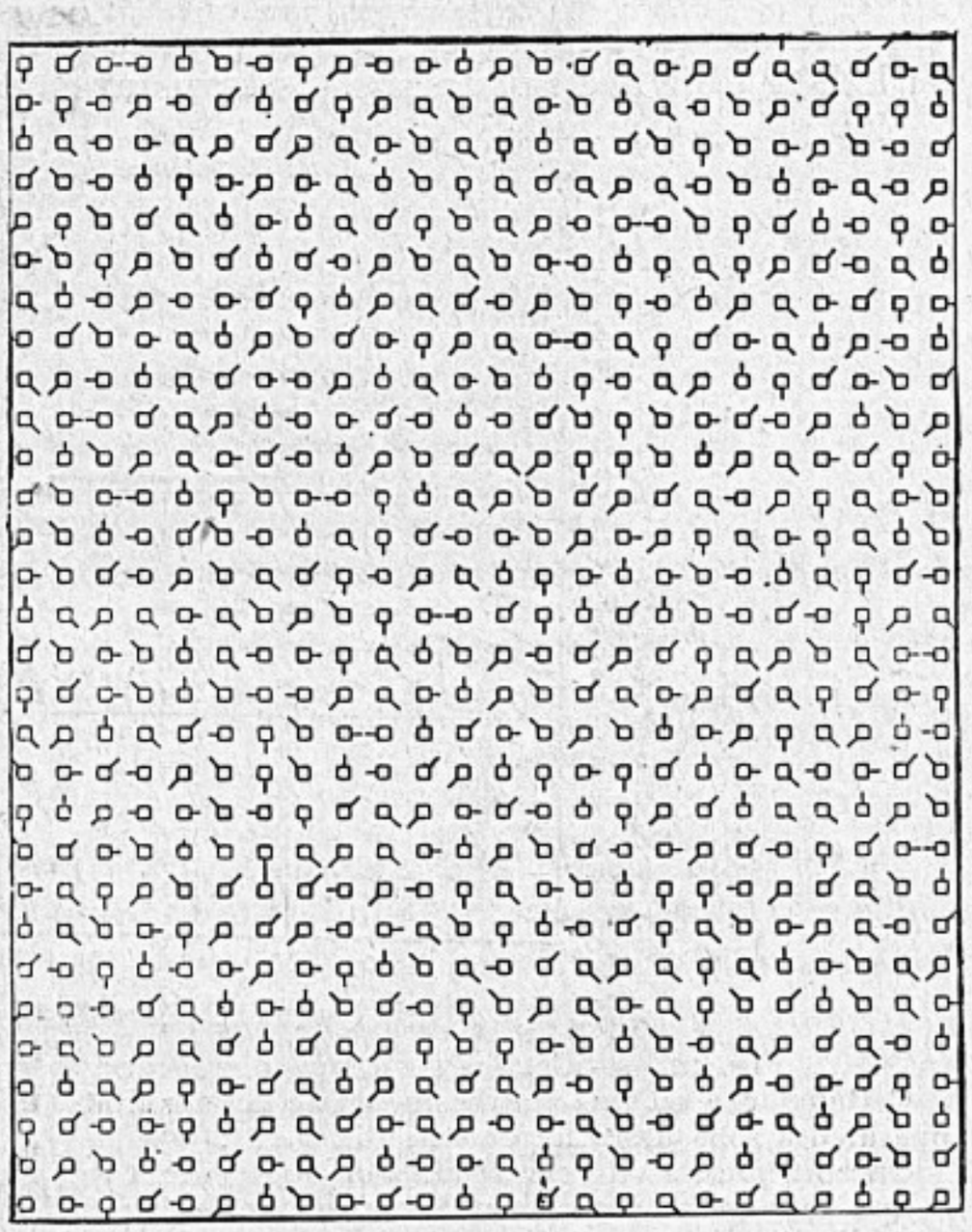


Fig. 127.

Fragment d'un test de barrage montrant les différents signes employés, qui sont disposés, sur le test entier, à raison de 40 par ligne. Ces signes sont au nombre de 8 et se reproduisent à raison de 5 par ligne dans un désordre apparent, car leur répétition suit une loi bien définie. On en choisit deux sur les huit et on en fait barrer le plus grand nombre possible sous différents éclairements par le sujet dont on étudie les réflexes.

pièces en mouvement, peut retirer d'un bon éclairage et combien ses réflexes seront plus rapides et plus précis (fig. 126).

Le Dr Faillie a fait d'autres essais qui consistaient à barrer en un temps déterminé un certain nombre de signes disposés dans un certain ordre (test de barrage) et on a relevé le nombre d'erreurs et d'omissions effectuées, on a trouvé que ces chiffres diminuaient nettement au fur et à mesure que les valeurs des éclairements augmentaient (fig. 127).

Les courbes ci-dessous montrent les résultats de ces essais (fig. 128).

Ces faits corroborent nettement les résultats de statistiques, qui montrent que le nombre d'accidents dans les usines varie en raison directe du nombre d'heures d'éclairage artificiel. Plus l'éclairage artificiel se rapprochera de celui du jour, plus on diminuera les chances d'accident.

Il faut, bien entendu, qu'il y ait une répartition uniforme de cet éclairage autour de l'endroit à éclairer. Il faut aussi que cet éclairage ne soit pas aveuglant, et je suis persuadé que si le Dr Faillie avait poursuivi ses essais avec un

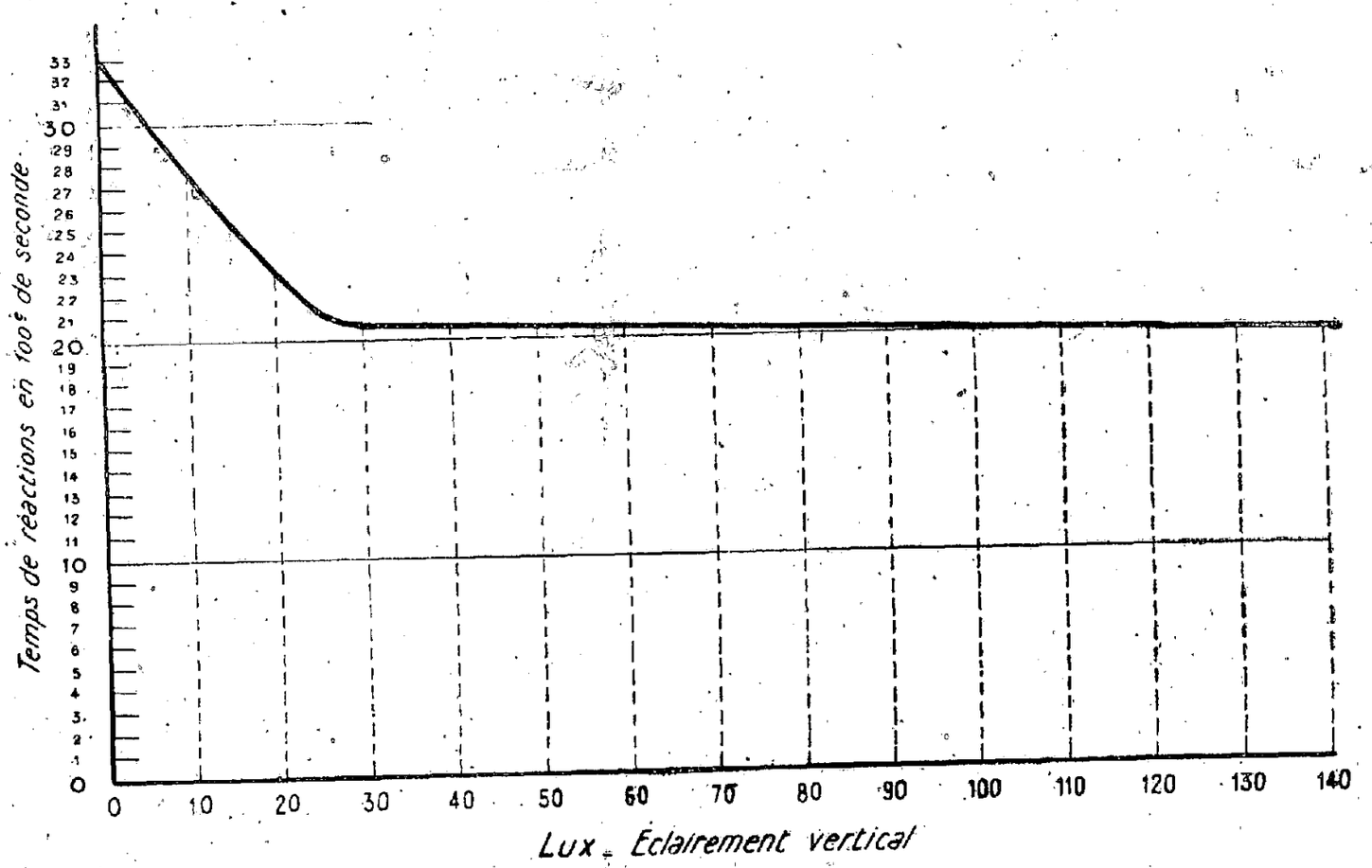


Fig. 128. — Courbe des temps de réactions psychomotrices visuelles en fonction de l'éclairement.

Cette courbe est une courbe moyenne des résultats de mesure des vitesses de réaction psychomotrice de différents opérateurs sous des éclairements différents.

On voit que les vitesses de réaction augmentent rapidement jusqu'à des éclairements verticaux de l'ordre de 30 lux, ce qui correspond dans les conditions d'expérience à des éclairements horizontaux de l'ordre de 60 lux environ. Passé cette limite, l'augmentation de vitesse est moins rapide; il est bon de remarquer que cette valeur ne s'applique qu'à la réaction psychomotrice, opération essentiellement simple et que cette valeur s'élève rapidement pour des opérations plus compliquées.

éclairage éblouissant, la courbe aurait été en se relevant.

L'expérience montre, en résumé, que la quantité de lumière nécessaire varie suivant les besoins entre 50 et 150 lux pour les usages domestiques ou industriels habituels. Il existe des appareils spéciaux, appelés « luxmètres », qui permettent à tout le monde de se rendre compte si ces conditions sont remplies. Nous serions impardonnables de ne pas utiliser ces appareils, qui doivent être entre les mains de tous.

La nécessité d'éviter l'éblouissement résulte évidemment de la nécessité de conserver et de soigner l'œil, cet instrument incomparable que la nature nous a donné. Dans l'éclairage diurne, la meilleure visibilité des objets est obtenue lorsque le soleil ne gêne pas, c'est-à-dire ne se trouve pas dans le champ visuel ; les sources lumineuses artificielles devront donc être disposées de telle façon que l'éclairage résultant soit *diffus* ; il faudra donc qu'aucune source lumineuse ne se trouve directement dans le champ visuel ou si elle s'y trouve, qu'elle ne soit pas plus brillante que le ciel nuageux auquel l'œil est accoutumé.

Le problème est d'autant plus difficile à résoudre que l'éclairement unitaire uniforme que l'on doit rechercher (comparable à celui du jour) doit s'obtenir avec des sources artificielles placées à des distances de l'ordre de 50 cm. à quelques mètres, tandis que le soleil est à 152.000.000 de kilomètres.

Nécessité d'éviter l'éblouissement.

Quels sont les moyens dont la technique dispose actuellement pour éviter l'éblouissement ?

La première méthode, que l'on utilise dans ce qu'on appelle l'éclairage direct, consiste à augmenter la surface de rayonnement ; on entoure les lampes de globes opalins et dépolis, la lumière totale émise par la lampe, au lieu de sembler à l'œil émise par la surface très petite du filament, semblera émise par la surface totale beaucoup plus grande du diffuseur.

Plus le diamètre du globe est grand et plus la brillance est faible.

On est ainsi en mesure d'utiliser les lampes modernes, de façon à ne plus être gêné par leur très grande brillance et on profite en même temps de l'avantage qu'offrent ces lampes de

posséder un filament petit pour domestiquer en quelque sorte la lumière et l'approprier aux besoins de la vie courante.

masque vers des surfaces qui diffusent la lumière.

Les surfaces réfléchissantes devront faire

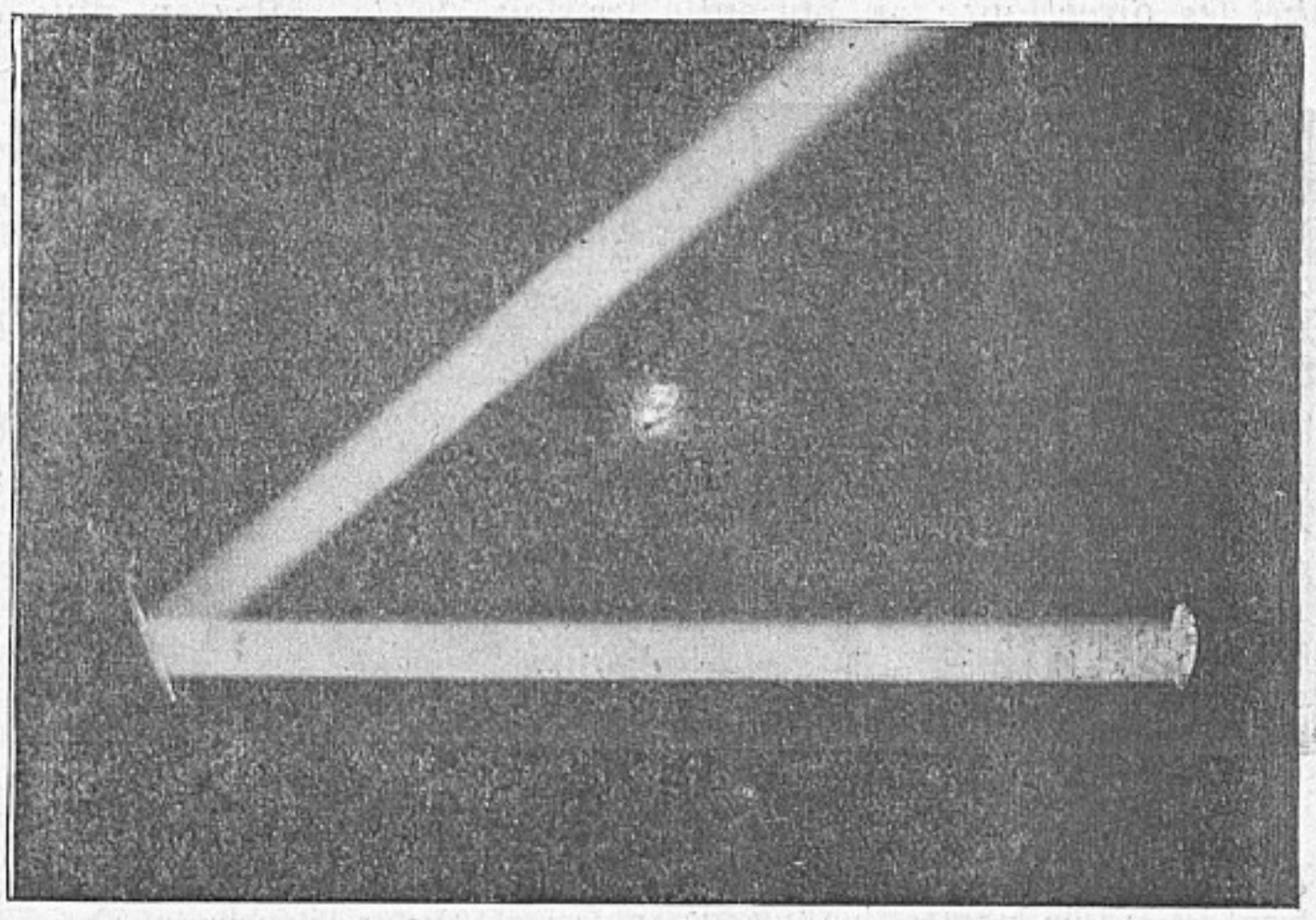


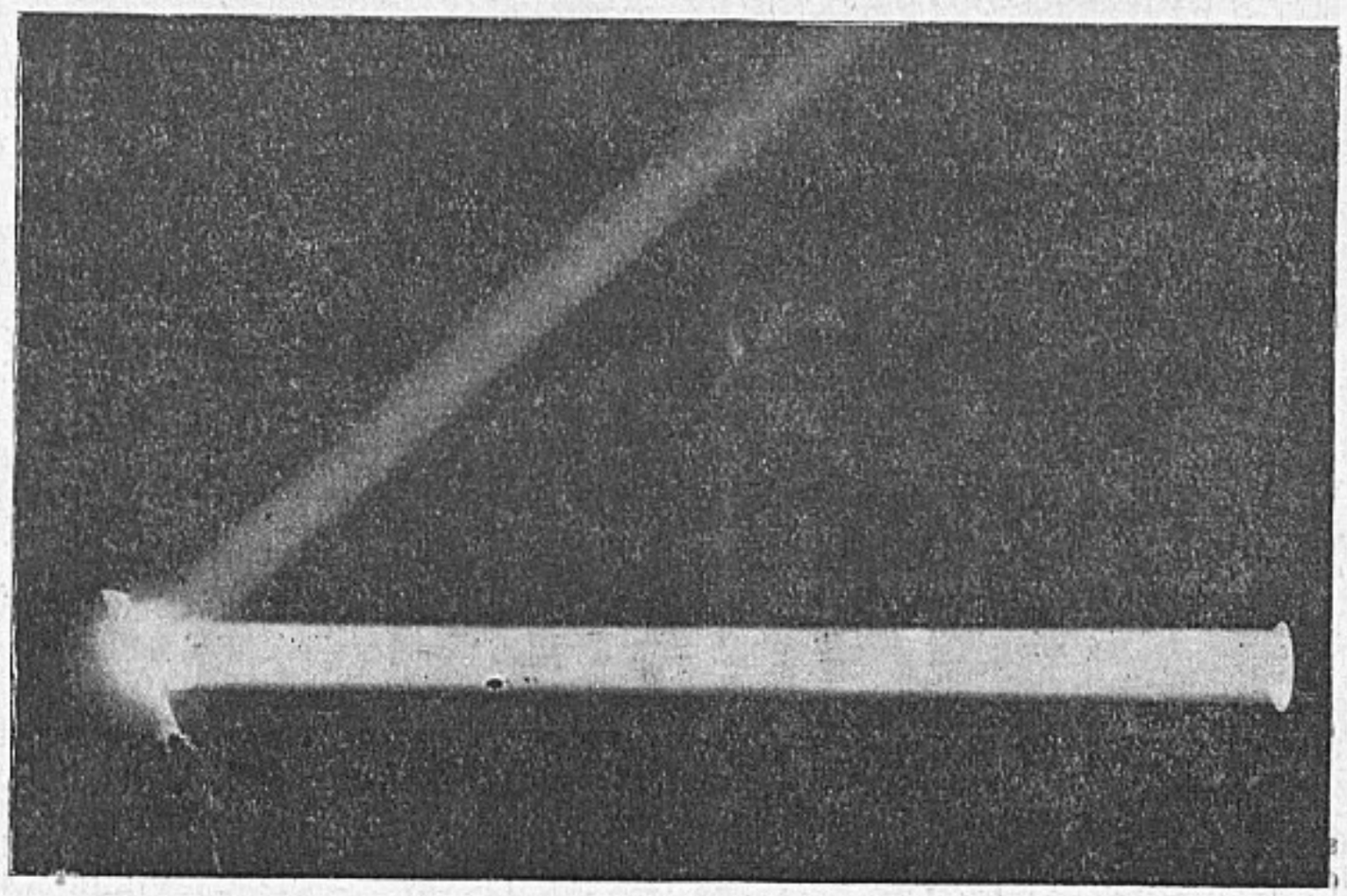
Fig. 129

Réflexion sur un miroir en verre argenté; le projecteur placé à droite envoie un faisceau de rayons sensiblement parallèles sur un miroir. On remarquera que le rendement du verre argenté est bon car le faisceau réfléchi est peu affaibli (photographie sans *aucune* retouche).

La deuxième méthode, celle de l'éclairage indirect, consiste à masquer la source à la vue directe ; les rayons lumineux viennent rencontrer le masque, et sont ensuite dirigés par ce

l'objet d'une étude spéciale dans chaque cas.

La matière la plus connue est le verre argenté. On sait que l'on peut, au moyen du verre argenté, diriger les rayons d'une source en un



Eig. 130.

Réflexion sur une plaque de métal émaillé; on se rend immédiatement compte que le rendement est moins bon que celui du verre argenté; le faisceau réfléchi est affaibli. Une quantité notable de lumière est diffusée et forme le halo que l'on voit près de la plaque (photographie sans *aucune* retouche).

point quelconque ; ce genre de réflexion est appelé « réflexion régulière ».

Si la surface réfléchissante est formée d'un ensemble de très petites surfaces, les rayons sont envoyés dans toutes les directions ; on obtient ainsi ce qu'on appelle la « réflexion diffuse ».

De telles surfaces sont dites diffusantes ; c'est le cas du papier buvard, de la peinture à la colle, etc....

Certains corps présentent des propriétés intermédiaires à celles de la réflexion régulière et de la réflexion diffuse ; ce sont, par exemple, les métaux émaillés. Tous les matériaux réflecteurs que nous venons de voir sont employés fréquemment dans la pratique de l'éclairage. Ainsi, on emploie souvent une combinaison de corps réflecteurs dans l'éclairage dit indirect ; tout le flux lumineux est dirigé vers le plafond au moyen de réflecteurs, qui réfléchissent suivant les lois de la réflexion plus ou moins régulière et le plafond qui agit à son tour comme réflecteur diffusant, renvoie à nouveau la lumière vers les plans utiles.

Un autre moyen de diriger la lumière consiste à se servir de prismes. On se sert de cette propriété dans les appareils dits prismatiques, formés d'une série de prismes juxtaposés, qui sont utilisés depuis longtemps dans les phares et dans les appareils d'éclairage urbain et dont l'emploi s'étendra aux grandes pièces des habi-

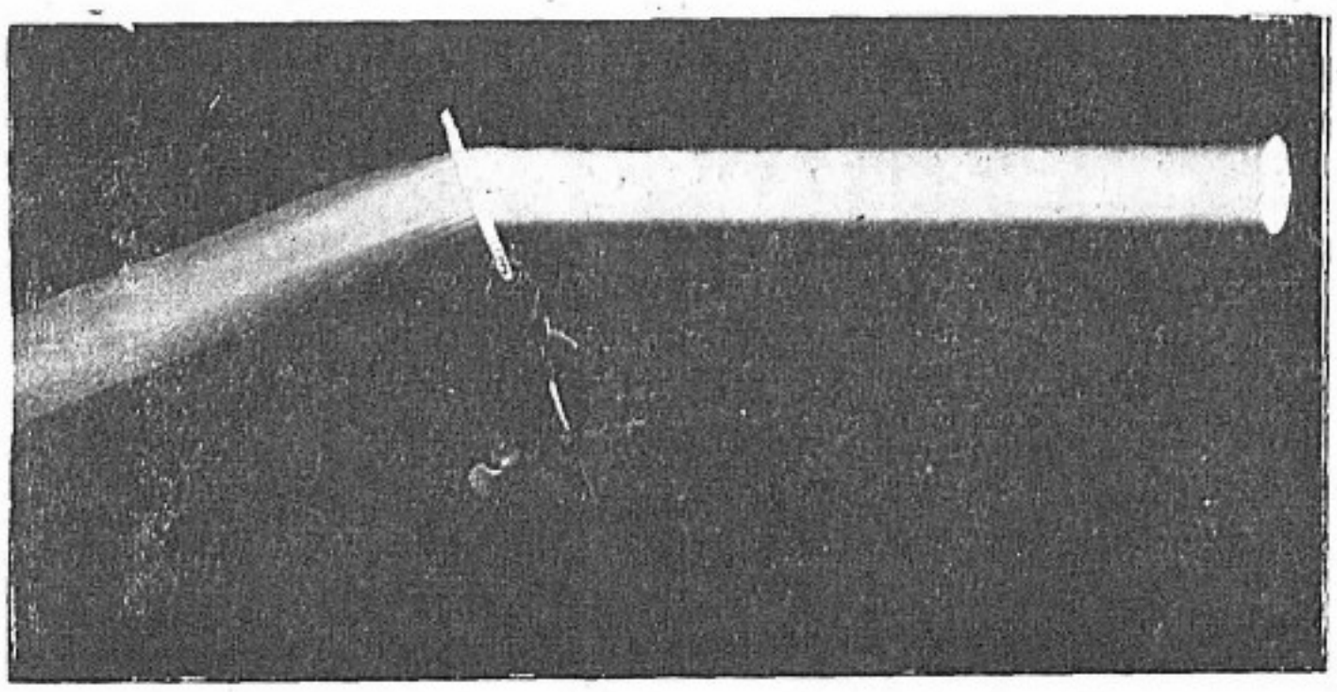


Fig. 131.

Changement de direction de la lumière dû au verre prismatique. Le faisceau rencontre du verre strié en forme de prisme et est dévié suivant les lois de la réfraction (photographie sans *aucune* retouche).

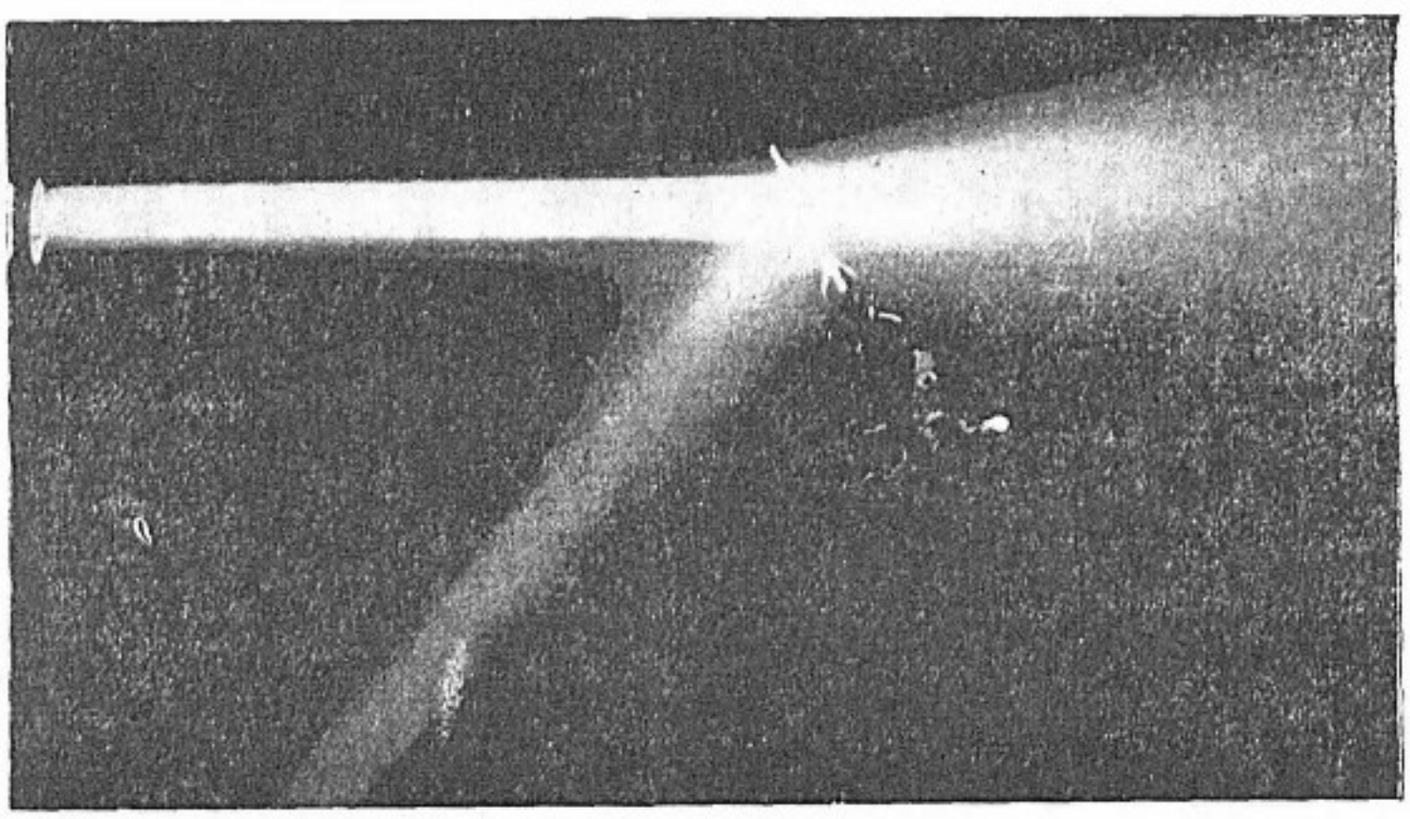


Fig. 132.

Réflexion et transmission sur une plaque de verre dépoli. Une petite partie de la lumière est réfléchie sur la face plane, suivant les lois de la réflexion régulière ; le reste du faisceau traverse le verre et est diffusé dans de multiples directions (photographie sans *aucune* retouche).

tations dans l'avenir. Toute le monde connaît la façon dont un prisme, suivant l'incidence des rayons, peut soit réfléchir, soit réfracter les rayons lumineux.

Je vais cependant faire passer sous vos yeux des photographies qui montrent ces lois de la réflexion et de la réfraction, parce que je crois que c'est la première fois que l'on a réussi à photographier des rayons lumineux dans des conditions semblables (fig. 129 à 132).

L'idée en est due à un de nos éclairagistes les plus distingués, M. Merry Cohu, qui a saupoudré les rayons lumineux avec de la poudre d'aluminium. La durée de pose a été de 2 à 3 heures.

La technique ne se limite pas aux méthodes que nous venons de décrire. Elle comporte encore en quelque sorte l'art d'utiliser les couleurs. Ceux de vous qui ont visité les salles de démonstration de la Société pour le Perfectionnement de l'Eclairage ou de la Compagnie des Lampes, se sont rendus compte qu'il est inutile de chercher une forme esthétique pour un lustre si la lumière qui en sort creuse les rides, si elle aplatit les reliefs ou si elle détruit l'harmonie des couleurs

C'est tout l'ensemble de ces données techniques qui constitue l'éclairagisme.

Je n'ai pas l'intention d'entrer dans beaucoup de détails sur les différents appareils et les différentes solutions qui ont été appliquées aux problèmes de la vie courante.

Grâce aux efforts des constructeurs de lampes, des appareilleurs, des verriers, dont le rôle est capital, car il faut employer des verreries dont le coefficient d'absorption soit le plus faible possible, les éclairages commerciaux des vitrines des magasins, des bureaux et des ateliers sont des problèmes que l'on doit considérer comme actuellement résolus et on peut dire que, si tous ces locaux ne sont pas éclairés rationnellement, la faute n'en est qu'aux intéressés, qui n'ont pas pris la peine de le faire et qui perdent ainsi le bénéfice commercial du meilleur rendement de leur publicité ou du travail de leurs agents.

Procédés de l'éclairagisme.

Vitrines.

Pour les vitrines, on utilise des réflecteurs asymétriques en verre argenté ou en verre prismatique qui, masqués à la vue directe, dirigent la lumière sur les objets exposés et permettent des combinaisons variées. Un appoint peut d'ailleurs leur être utilement fourni par des petits projecteurs spéciaux permettant de renforcer l'éclairage en des points particuliers.

Bureaux, Magasins, Ateliers.

Pour les bureaux et les écoles, comme pour l'intérieur des magasins et pour les ateliers, il existe des appareils très divers en verre opalin ou prismatique, en tôle émaillée ou en verre argenté qui permettent de réaliser toutes les combinaisons voulues d'éclairage direct, indirect, semi-direct, et semi-indirect. Selon les besoins, la lumière est dirigée tout entière vers le plan d'utilisation réalisant ainsi l'éclairage direct, ou tout entière vers le plafond agissant alors comme réflecteur et source secondaire de lumière. Ce dernier mode d'éclairage est utilisé, par exemple, dans les bureaux de dessin où il ne faut aucune ombre et dans lesquels une lumière parfaitement diffusée et bien répartie est nécessaire.

Eclairage des intérieurs.

Quand il s'agit d'*éclairage des intérieurs*, le problème devient beaucoup plus délicat. En effet, l'éclairage des habitations doit s'harmoniser avec la décoration, l'ameublement et le goût de chacun. Là, il est impossible d'utiliser des appareils standards tels que ceux qu'on utilise dans les cas précédents. C'est dans l'éclairage des intérieurs que la fantaisie et l'imagination de chacun peuvent se donner libre cours pour l'embellissement et le confort de la vie intime.

L'ingéniosité des constructeurs et des usagers crée chaque jour de nouveaux types d'appareils ; abats-jour, coupes, suspensions, lustres, qui sont conçus dans un esprit quelquefois très heureusement décoratif, mais où l'on a négligé souvent de se placer au point de vue rationnel.

L'alliance des efforts des architectes, des décorateurs, des installateurs et des techniciens de l'éclairage n'est pas encore généralisée. Il y a beaucoup à faire dans ce domaine.

A côté des recherches et des tentatives nouvelles, qui se poursuivent, je m'en voudrais de ne pas rappeler à vos souvenirs certaines réalisations intéressantes de l'Exposition des Arts Décoratifs et des Salons annuels des Artistes Décorateurs, et je tiens à mentionner l'éclairage des salons de la nouvelle Chambre de Commerce qui vient d'être inaugurée récemment (fig. 133).

L'éclairage des voies publiques.

A côté du problème de l'éclairage des intérieurs se trouve celui de l'éclairage des voies publiques.

C'est peut-être le problème le plus difficile à résoudre, car on ne peut attendre de diffusion ni de la façade des immeubles, ni du plafond, et

pour cause..., on est forcé de recourir à des sources qui ont peut-être un excellent rendement mais sont toujours un peu éblouissantes. Bien que nous puissions être fiers vis-à-vis de l'étranger de l'éclairage public de Paris, la Ville Lumière, et de celui d'autres grandes villes de France comme Lyon et Marseille, le problème n'est pas encore au point.

Il conviendrait évidemment de placer les foyers plus haut pour ne pas les avoir dans le champ visuel et éliminer l'éblouissement, mais il faudrait dans ce cas des foyers beaucoup plus puissants que ceux que vous connaissez et des candélabres ou des supports d'un autre modèle.

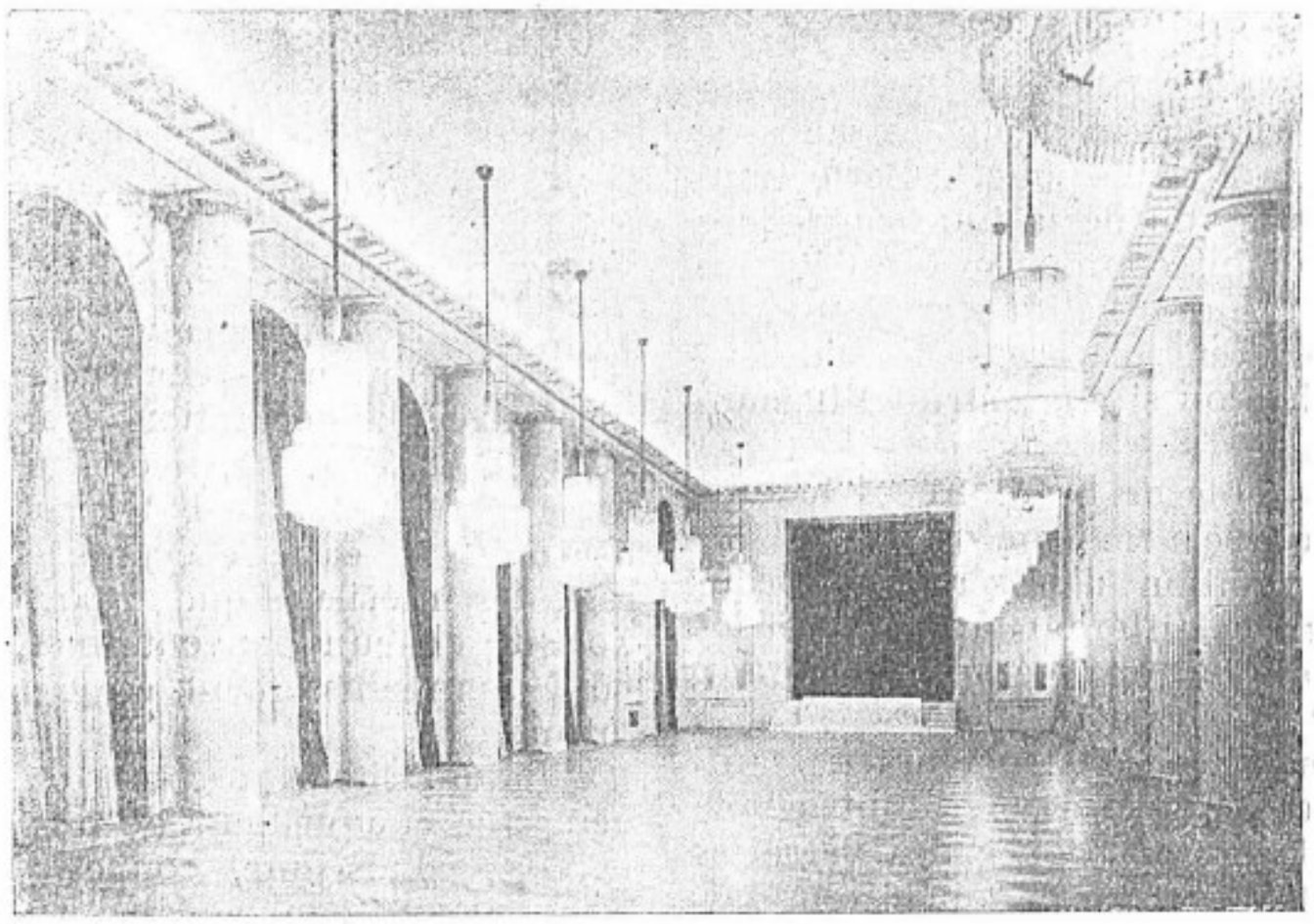


Fig. 133.
Photographie du grand salon de réceptions de la Chambre de Commerce de Paris. Eclairage indirect au moyen de rampes de lampes placées dans les corniches et de réflecteurs en verre argenté placés au sommet des lustres. L'effet décoratif est rehaussé par des lampes de faible puissance placées dans les lustres.

L'avenir est sans doute aux projecteurs, tant en ville que sur les routes, où la solution de l'éclairage général des grandes artères est seule capable de résoudre la question si difficile des phares d'automobiles aux abords des grandes villes.

Déjà les projecteurs sont appliqués à l'éclairage des gares de triage — on les utilise aussi pour illuminer les monuments publics, en réalisant un effet décoratif des plus grandioses.

Je ne vous parlerai pas des progrès de la lumière pour la publicité — je serais entraîné trop loin et vous en connaissez les aspects, qu'il s'agisse de Citroën sur la Tour Eiffel ou des journaux lumineux.

Je ne vous parlerai pas davantage des applications décoratives comme celles des fontaines lumineuses, cependant si suggestives.

Eclairage des théâtres.

Mais j'insisterai seulement sur *l'éclairage des théâtres*, car c'est dans l'éclairage des théâtres que les progrès les plus grands ont été accomplis au cours de ces dernières années ; la technique s'est perfectionnée à la fois dans les appareils d'éclairage et dans la réalisation des systèmes de commande des circuits très compliqués que nécessite ce genre d'installation.

L'aménagement de la scène s'est modifié pour se plier aux nécessités nouvelles ; la disposition des herses et rampes s'est améliorée. Les combinaisons que permettent de réaliser les systèmes et batteries de projecteurs sont pratiquement infinies ; tout le monde a été au music-hall et a pu se rendre compte des féeries que peut permettre l'éclairage ; on peut dire que l'homme a réalisé là mieux que la nature elle-même. Et nous n'avons pas atteint la limite des satisfactions de l'œil.

Pour donner une idée de l'importance des recherches auxquelles on se livre dans cet ordre d'idées, je signalerai que les Etablissements Clémançon, qui sont parmi les plus grands techniciens de la scène, ont été conduits pour leurs études et leurs essais à installer dans leurs ateliers de la rue Lamartine un véritable petit théâtre avec scène — ils y ont appliqué les dispositions toutes récentes suivant lesquelles les anciennes toiles de fonds planes ont cédé la place à des surfaces cylindriques se terminant verticalement en coupole, qui donnent l'impression de l'infini. Par l'intermédiaire d'une lanterne tournante, dont la puissance unitaire peut atteindre 3 kw. et plus, des photographies de nuages sont projetées sur l'écran panorami-

que ou cyclorama ainsi constitué. Grâce au mouvement donné à la lanterne et à des châssis de couleurs les plus variées, on a l'illusion complète de l'atmosphère, par le mouvement des nuages qui apparaissent dans le ciel, se déplacent d'abords lents et clairs, puis plus rapides et plus sombres, reproduisant la tempête, comme dans d'autres cas l'aurore et le crépuscule (fig. 134, 135 et 136).

Ces principes vont être appliqués en octobre prochain à une pièce nouvelle du théâtre du Châtelet.

Prix du courant.

J'ai montré qu'il fallait avoir une quantité de lumière suffisante uniformément répartie et qu'il fallait éviter l'éblouissement. J'ai sommairement décrit les moyens par lesquels on peut satisfaire généralement à ces deux conditions.

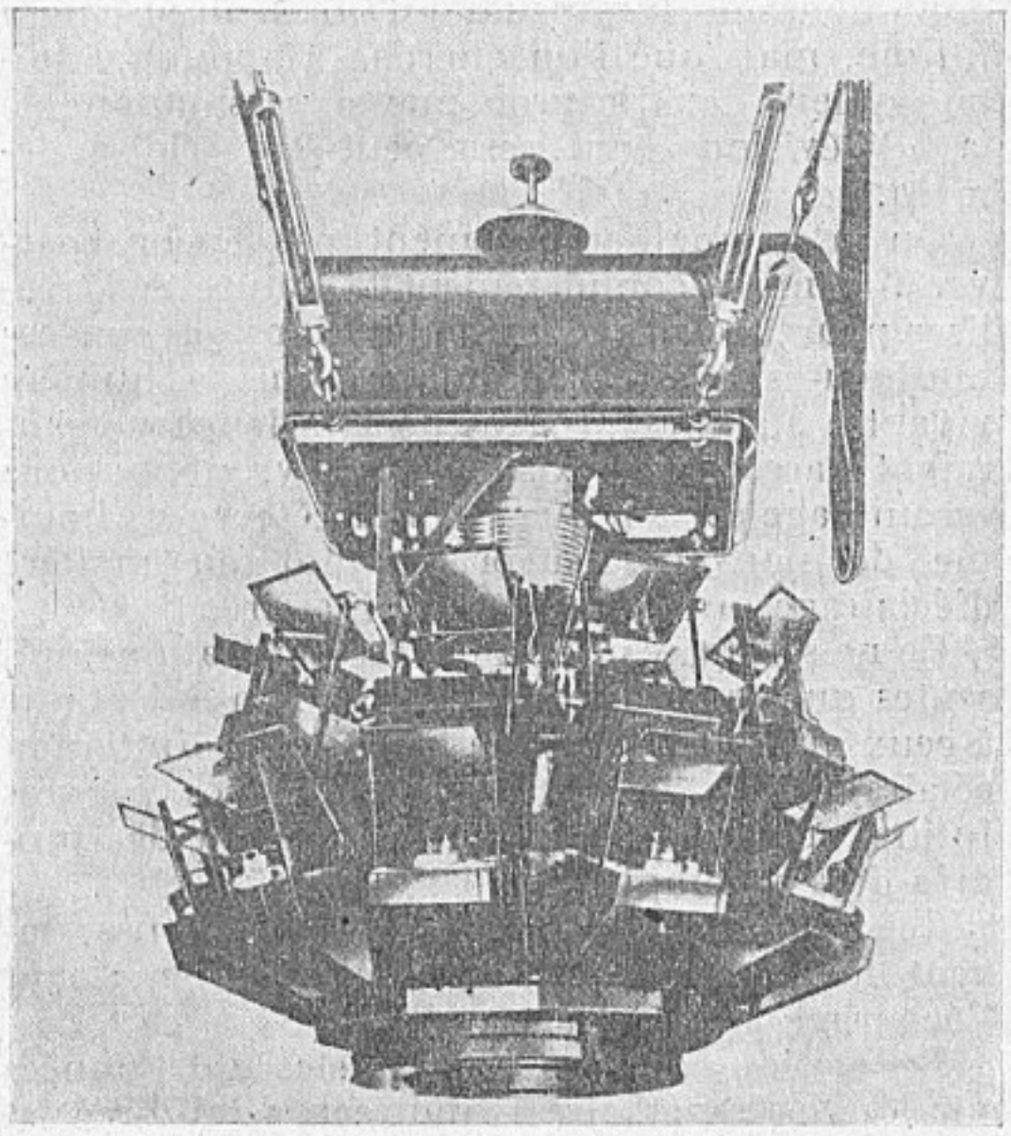


Fig. 134.
Appareil destiné à projeter des photographies de nuages sur la toile de fond hémicylindrique de la scène. Les miroirs servant à diriger les faisceaux sont orientables; l'appareil tout entier tourne lentement autour d'un axe vertical, de façon à donner l'illusion du mouvement des nuages. Le sens de rotation peut être modifié de façon à donner l'impression de direction du vent

Ne va-t-on pas me dire : mais tout ceci doit coûter bien cher et va grever les budgets dans de fortes proportions, car la consommation d'électricité va augmenter.

Si l'on établit, aux prix actuels de Paris et l'ordre de grandeur restant à peu près le même pour toute la France, le prix de revient de 1.000 lumens-heure pour des bougies de stéarine, du pétrole et de l'électricité, on constate que ces 1.000 lumens-heure reviennent à 12 fr. avec la bougie, environ à 1 fr. 20 avec le pétrole, environ à 0 fr. 12 avec l'électricité.

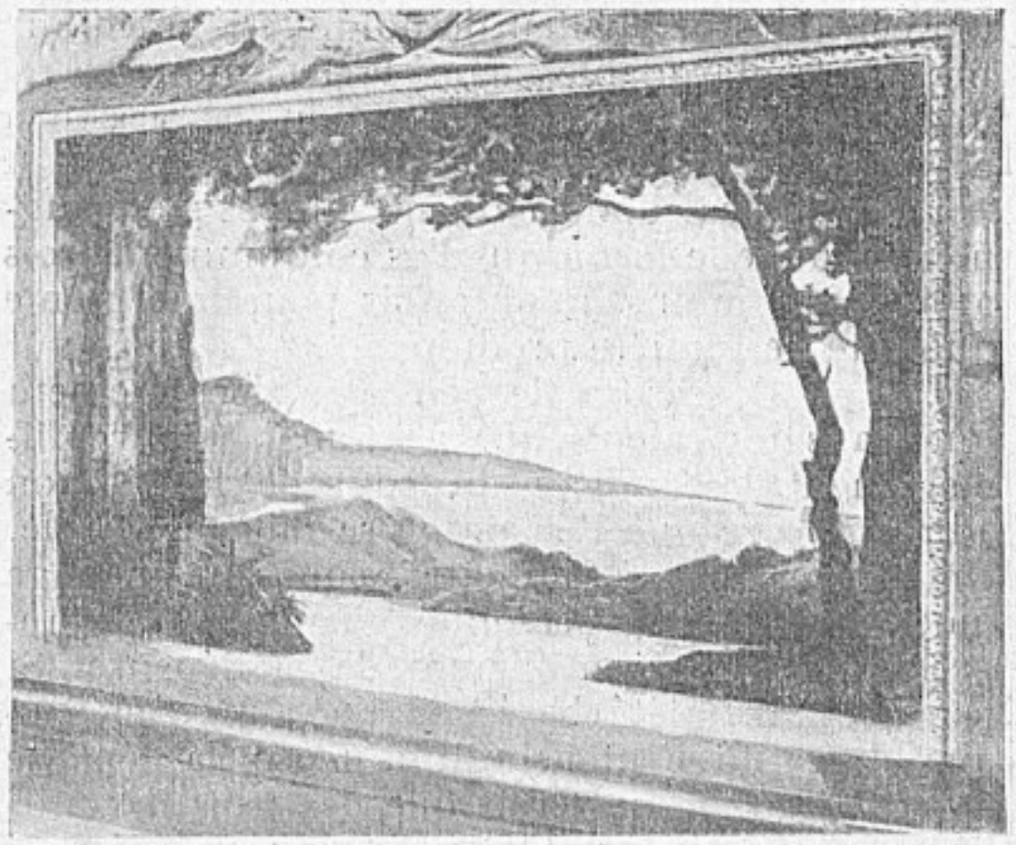


Fig. 135. — Scène éclairée normalement sans nuages.

L'électricité est donc cent fois moins chère que la bougie et dix fois moins chère que le pétrole.

Que de satisfactions sont réservées aux habitants des campagnes qui n'ont pas encore l'électricité, le jour où ils l'auront et où ils pourront, pour le même prix avoir un éclairage

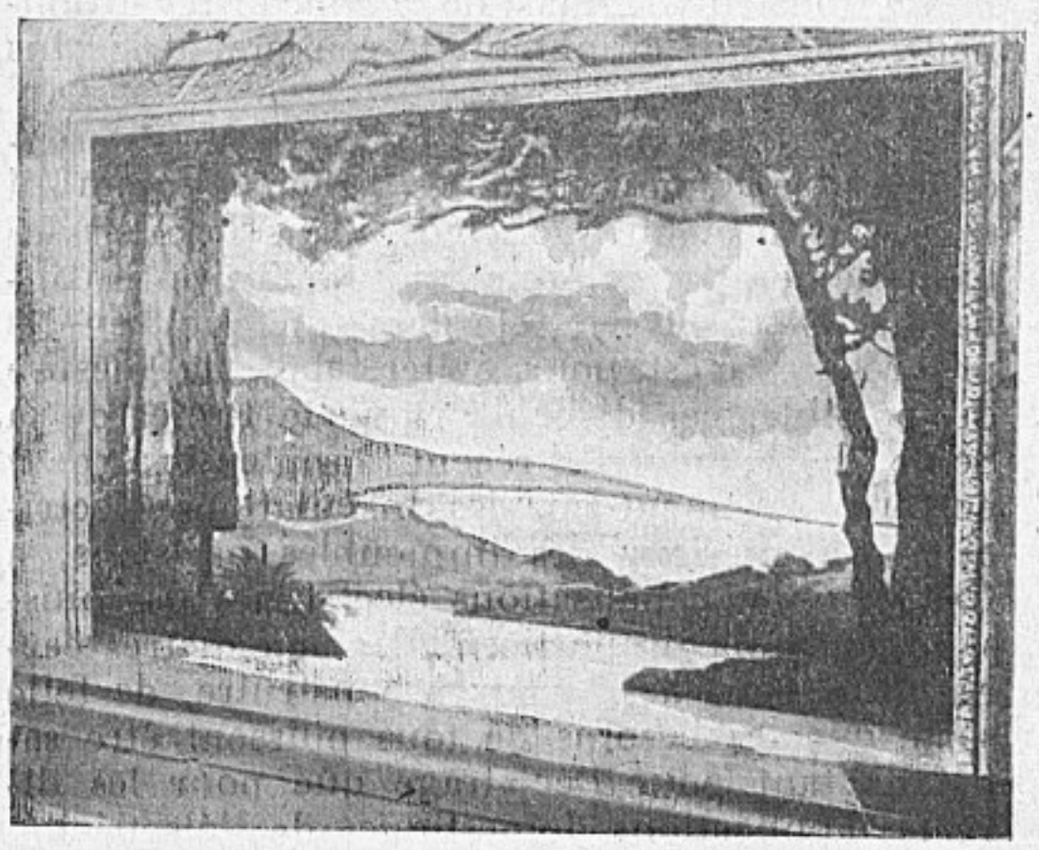


Fig. 136.
La même scène sur laquelle on projette des nuages. Ceux-ci peuvent, au moyen d'éclairages convenables, donner l'impression de nuages légers, de ciel couvert, de tempête, etc..., d'une réalité frappante.

dix fois meilleur que celui qu'ils ont aujourd'hui avec le pétrole.

On sait que par rapport à l'avant-guerre, le coefficient de cherté du tarif éclairage ne dépasse guère 3 (1 fr. 67 à Paris contre 0 fr. 50 avant-guerre), c'est-à-dire qu'en or les tarifs actuels sont au-dessous des tarifs d'avant-guerre (30 centimes or au lieu de 50). C'est grâce aux progrès remarquables dans la technique de la distribution de l'électricité qu'on est arrivé à ces résultats.

D'autre part, l'efficacité des lampes a été augmentée de telle façon qu'elles consomment trois à cinq fois moins qu'autrefois pour une même quantité de lumière produite.

J'ai eu l'occasion de constater dernièrement que dans les calculs qui servent à établir officiellement les indices du coût de la vie, on admet encore que l'éclairage se fait au pétrole. On arrive ainsi à admettre pour un ménage modeste de quatre personnes que l'éclairage représente les trois millièmes de la dépense. Si le calcul avait été basé sur l'éclairage électrique, à égalité d'intensité lumineuse, la dépense de cet éclairage ne serait que des trois dix-millièmes de la dépense totale du ménage.

Ces chiffres montrent combien faible est la charge de l'éclairage dans l'ensemble des charges de la vie courante.

Améliorer l'éclairage suivant les principes de l'éclairagisme ne grèvera pas beaucoup les budgets, d'autant que l'objet de l'éclairagisme est avant tout de ne pas laisser se gaspiller la lumière inutilement, mais de la concentrer rationnellement pour en obtenir le rendement le plus économique.

Dans les améliorations de l'éclairage on rencontrera cependant certaines difficultés quand il s'agira d'immeubles anciens, dans lesquels les branchements et colonnes montantes sont insuffisants. C'est ce qui retardera quelque peu les progrès, et c'est pour éviter, dans la mesure du possible, ces difficultés que le Préfet de la Seine, dans son arrêté récent (2 septembre 1927) portant règlement sur les installations électriques à l'intérieur des immeubles parisiens, a fixé pour les canalisations électriques des puissance minima proportionnelles aux mètres carrés de surface des locaux à construire, de telle sorte que les besoins de tous puissent être satisfaits tant pour l'éclairage que pour les diverses applications domestiques de l'électricité.

Lumière vivante.

Dans l'énumération rapide que je viens de faire des progrès comme des lacunes de l'éclairage, je n'ai pas parlé de ce qu'on peut appeler la « *lumière vivante* ».

Or, il existe dans la nature un grand nombre d'êtres qui émettent des radiations lumineuses : insectes, poissons, polypiers, champignons ; ces êtres rayonnent ce que l'on appelle improprement de la lumière froide ; disons simplement qu'ils émettent de la lumière vivante, c'est-à-dire des radiations localisées surtout dans le spectre visible. Certains de ces êtres ont été étudiés par différents savants, notamment Pasteur et Becquerel, qui reconnurent que le spectre émis est continu. Il résulte des expériences faites en vue de déterminer le rendement lumineux d'un insecte luminescent, le Pyrophore, que ce rendement serait environ 2.000 fois supérieur au rendement de nos meilleures lampes à incandescence et environ sept fois supérieur à celui de la lumière solaire, la lumière émise étant surtout localisée dans la partie du spectre pour laquelle l'œil est le plus sensible.

On utilise déjà des susbtances fluorescentes dont l'énergie lumineuse est malheureusement infime, mais que l'on cherche à appliquer notamment dans le problème si passionnant de la « télévision » qui sera peut-être réalisé demain.

On n'est malheureusement pas encore parvenu à imiter complètement la nature et à réaliser pour l'éclairage des habitations des sources lumineuses aussi économiques que la lumière vivante. Mais les progrès de la science ne sauraient s'arrêter et l'existence du Pyrophore nous est un gage certain que l'avenir réserve à l'homme de nouvelles surprises, tant en matière d'éclairage qu'en toute autre matière.

Ce ne seront peut-être pas les générations présentes qui en profiteront. Aussi, conseillerais-je à ceux qui ont fait en me lisant leur « initiation éclairagiste », de ne pas attendre les progrès futurs, mais de profiter dès à présent des progrès déjà accomplis.

Ceux d'entre eux qui ne le savaient pas, savent maintenant qu'il ne faut pas employer l'éclairage à tort et à travers.

Les notions que les éclairagistes ont données sur les éclairages direct, indirect, semi-direct et semi-indirect, sur l'emploi des réflecteurs et des diffuseurs, sur la réfraction et la diffusion, enfin sur l'influence des écrans sur les couleurs, montrent que l'on peut — que l'on doit — sans qu'il en coûte beaucoup, tirer un parti magnifique de ces notions.

Les artistes se rendent d'ailleurs compte que la beauté de la lumière vient en premier lieu et que la beauté du luminaire passe après.

Nous n'avons donc qu'à souhaiter le développement d'une coopération des efforts dans cette voie des installateurs, des décorateurs, des architectes et de tous ceux qui recherchent la Gloire de la Lumière parce qu'elle est un des éléments les plus essentiels au bien-être et par conséquent au bonheur de l'humanité.

Cet article a fait l'objet d'une conférence donnée au Conservatoire des Arts et Métiers le 26 février 1928.

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

Les indicateurs radioactifs. — Les radioéléments ont trouvé une application d'un grand intérêt dans la solution de problèmes qui, au premier abord, leur sembleraient totalement étrangers. Ils servent d'indicateurs, dans de nombreuses circonstances qui se présentent dans les sciences physiques et même en biologie. F. Paneth (1), qui, lui-même, a enrichi la question d'une importante contribution personnelle, a exposé en mars 1927, au Bedsom Club, à Newcastle, les techniques nouvelles et les principaux résultats acquis.

En général, on met à profit les isotopies qui existent entre radioéléments et éléments ordinaires. Dès que l'élément ordinaire, plomb ou bismuth, est mélangé à son isotope radioactif, il en devient pratiquement inséparable. Tout se passe alors comme s'il restait marqué d'une touche indélébile, susceptible de le signaler en quantités infimes, grâce à l'extrême sensibilité des méthodes radioactives.

Par exemple, on peut préparer le chromate de plomb en partant d'une quantité déterminée d'un sel soluble de plomb, activé par une quantité déterminée de thorium B, isotope du plomb. Au moyen de la radioactivité observée, on détermine ensuite sans difficulté la solubilité du sel, solubilité trop faible pour se prêter aux estimations ordinaires, même physicochimiques.

Il est de même possible, dans la dissociation électrolytique, de suivre la dissociation et l'échange mutuel des ions. Supposons qu'on mélange les solutions aqueuses de quantités équimoléculaires de chlorure de plomb inactif et de nitrate de plomb activé. Après recristallisation, on constate à l'électroscope que les atomes actifs de plomb se sont distribués proportionnellement entre le chlorure et le nitrate : il faut en conclure qu'ils ont migré en solution jusqu'à l'établissement d'un équilibre cinétique.

Le procédé donne encore des informations quant à la superficie des poudres adsorbantes qu'on peut activer par un radioélément isotope. Le radioélément, ajouté à une solution saturée de l'adsorbant, s'y répartit rapidement et également entre les molécules de l'adsorbant dissous et celles de la couche superficielle de l'adsorbant cristallisé. La superficie d'adsorption se déduit de l'abaissement final de la radioactivité de la solution. On a mesuré par cet artifice la superficie du sulfure de plomb, du sulfate de plomb, du phosphate de bismuth, etc., et on a constaté que, sur chacune de ces substances, l'adsorption est limitée par la formation d'une couche monomoléculaire.

On a pu aussi, par la méthode des indicateurs radioactifs, aborder l'étude expérimentale de la self-diffusion, et vérifier qu'au sein d'un élément homogène liquide ou gazeux, les atomes se déplacent les uns parmi les autres, selon la loi qui, précisément, s'applique à la diffusion d'un élément donné dans un élément différent. Si on amène à la fusion un bloc de plomb, constitué de plomb ordinaire et de plomb activé, en proportions connues, on peut, après refroidissement, étudier la distribution de la radioactivité dans le solide, car l'électroscope discerne les atomes actifs, qui ont diffusé parmi les autres. On calcule ensuite immédiatement la constante de diffusion.

Les indicateurs radioactifs ont démontré, d'autre part, l'existence des hydrures de bismuth et de plomb, composés qu'on désespérait de déceler par d'autres moyens. On les a, en outre, mis en œuvre pour l'observation de divers phénomènes, formation d'alliages à basse température, vitesse de solution de couches très minces, relation de l'allure de l'évaporation à la quantité de liquide à évaporer, diffusion dans les solutions idéalement diluées. Afin de déterminer la perméabilité aux gaz de substances destinées, en particulier, à la confection de masques contre les gaz asphyxiants, on peut, sans que cette fois l'isotopie intervienne, mélanger à l'air une trace d'émanation du radium. La fraction du gaz qui a traversé la substance en expérience se mesure à l'électroscope.

Signalons enfin que les physiologistes se sont adressés aux indicateurs radioactifs pour étudier les effets du bismuth, élément thérapeutique qui ne se retrouve qu'à l'état de traces impondérables dans les organes et dans les excrétions. Ayant pratiqué sur le cobaye une injection intraveineuse de sel de bismuth activé par du radium E, on examine à l'électroscope les excréments calcinés de l'animal. A la fin de l'expérience, on traite de même les organes. Les mesures indiquent que le bismuth s'accumule surtout dans les reins. Lorsqu'il s'agit de plomb au lieu de bismuth, l'absorption se produit principalement dans le foie. On a étudié de la même manière l'absorption du plomb et sa distribution dans les racines, les feuilles et les fruits de certains végétaux. S. V.

(1) *Nature* (de Londres), 17 décembre 1927.

T. S. F.

Sur la perforation des enveloppes en verre des triodes émettrices. — La perforation des enveloppes en verre des triodes émettrices est un fait assez rare lorsqu'on utilise ces triodes pour la production d'ondes longues. Il n'en est plus de même avec les ondes courtes

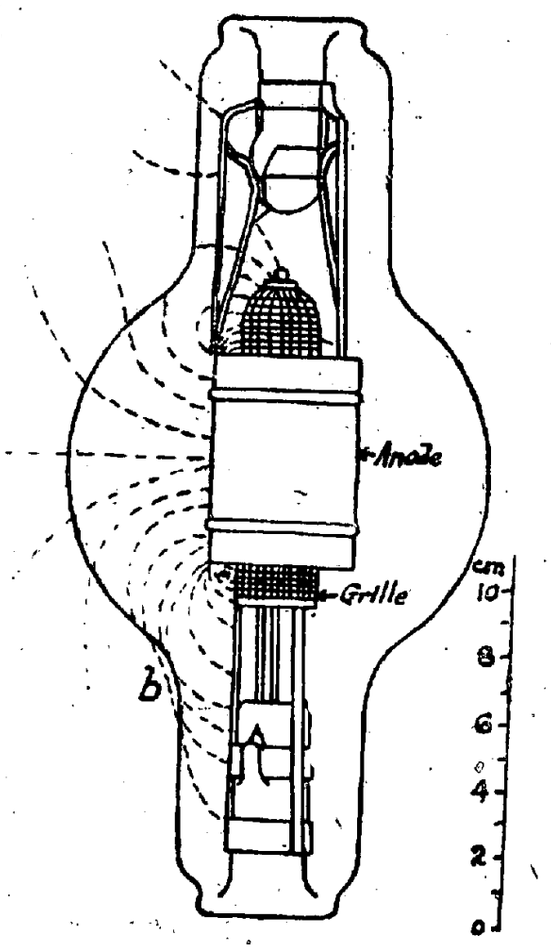


Fig. — 137

et on a été ainsi conduit à se demander s'il n'existait pas des causes de ce phénomène autres que celles que

l'on connaissait déjà (ramollissement du verre dû aux pertes ohmiques élevées aux hautes températures, etc.). Il est à peu près établi actuellement que la cause cherchée réside dans les pertes diélectriques dans le verre.

En effet, lorsqu'un tube puissant oscille, les tensions de plaque et de grille étant en opposition, des différences de potentiel alternatives à haute fréquence de l'ordre de 10 kilovolts peuvent exister entre les deux électrodes. Si, d'autre part, on essaye de se représenter la distribution du champ (voir fig. 1), on voit que ce dernier atteint des valeurs particulièrement élevées sur les parois du tube en b dans la partie rétrécie du tube. Or, on constate que c'est dans cette partie que se produisent les ramollissements du verre et, par suite, les rentrées brutales d'air mettant le tube hors service. Si l'on tient compte uniquement de la chaleur dégagée par la plaque on voit facilement qu'elle ne serait pas suffisante, à moins d'une construction tout à fait défectueuse, pour fondre le verre. Il n'en est pas de même pour les pertes diélectriques que l'on peut évaluer en partant de la formule

$$W = kF^2f \text{ watts-cm}^3$$

où F est l'intensité du champ exprimée en kv/cm, f la fréquence en kilocycles et k un facteur qui pour le verre peut être pris égal à 19.10^{-6}. Il faut de plus noter que ce coefficient croît assez rapidement avec la température et atteint la valeur 69.10^{-6} à 200°C.

De ces considérations découlent les précautions qu'il convient de prendre soit dans la construction des triodes émettrices, soit dans leur utilisation. Comme matières premières, il faudra prendre du verre à faibles pertes diélectriques et résistant bien aux hautes températures. Les formes des tubes et la disposition des électrodes devront être telles que les parois en verre ne se trouvent pas placées dans des champs électriques intenses. On pourra aussi faire usage d'écrans pour empêcher ces champs d'atteindre les parois. Dans les montages d'utilisation, il faudra s'attacher à assurer un bon refroidissement des parties les plus exposées au ramollissement et veiller à ce que les supports du tube n'empêchent pas ce refroidissement de se produire dans de bonnes conditions.

P. ABADIE.

Chimie physique

Structure et formation des particules colloïdales. — La British Association (1), dans sa session tenue à Leeds, en 1927, avait inscrit à son programme une discussion sur la structure et la formation des particules colloïdales. De nombreuses personnalités ont répondu à son appel.

Sir William Bragg a abordé un sujet auquel ses propres travaux le désignaient particulièrement, à savoir les progrès dont la science des colloïdes est redevable aux rayons X. Les spectres de rayons X nous ont déjà beaucoup instruits sur la structure des particules et sur leur tendance, plus ou moins marquée, à l'orientation. La méthode ne perd son efficacité qu'en l'absence de tout ordre, dans le cas des substances amorphes, lesquelles, d'ailleurs, selon Bragg, semblent devenir de plus en plus exceptionnelles. Avec les liquides eux-mêmes, on obtient des spectres X, consistant en une tache centrale, entourée d'un anneau de diffraction parfois double. Les molécules liquides seraient donc susceptibles de former des groupes permanents et de présenter, dans leur arrangement, une périodicité se rapprochant d'une cristallisation.

(1) *Engineering*, 21 octobre 1927.

Aux rayons X, les particules colloïdales ne donnent des raies nettes que lorsque leurs dimensions ne sont pas inférieures à 10^{-6} cm. Au-dessus de cette limite, les raies s'élargissent et deviennent diffuses.

Dans les fibres, les os et les muscles, ainsi que dans les métaux étirés, la direction de la croissance se laisse soupçonner. On observe que sous l'influence d'agents extérieurs, ou même par suite de leurs actions mutuelles, les molécules peuvent subir des orientations temporaires.

Succédant à Sir William Bragg, le professeur Freundlich, après avoir, à son tour, parlé des méthodes de rayons X, et rapporté les résultats de Debye et Scherrer, et de Hull sur les gels et sur les sols, a traité de l'agrégation et de la forme cristallines.

Les sols de beaucoup d'oxydes, tels que ceux de cuivre, de fer, de vanadium, deviennent cristallins au cours du temps, le vieillissement étant influencé par les électrolytes.

La forme des particules peut se révéler par des essais optiques.

Le microscope ordinaire permet, dans les sols et les courants de sols, l'observation de divers phénomènes, cône de Tyndall, polarisation, double réfraction et dichroïsme dans les champs électriques et magnétiques.

D'autre part, à l'ultramicroscope, on discerne si les particules sont ou non sphériques, car, dans les mouvements browniens, la structure non-sphérique donne lieu à des scintillations dans les différents azimuths.

On reconnaît pour sphériques les particules de mastic, celles d'acide arsénieux, et aussi celles de gélatine, autant que la substance ne subit pas de tension. Dans les sols de pentoxyde de vanadium, d'acide mercuri-salicylique et de beaucoup de teintures, il s'agit de baguettes. Quand on regarde, à la manière ordinaire, une solution d'acide mercuri-salicylique, elle semble incolore, comme une solution de purpurine semble rouge. Mais, si dans l'un ou l'autre de ces cas, on fait l'observation à travers un nicol après avoir agité, on aperçoit pendant l'intervalle d'une seconde environ, la croix noire de la polarisation et les anneaux. Sans doute, l'agitation dispose-t-elle les baguettes colloïdales selon des lignes de flux parallèles, polarisation qui cesse rapidement lorsque les particules reprennent leurs positions de hasard. Dans les sols d'oxyde de fer et de cuivre, on distingue des lamelles. Même dans les colloïdes amorphes, se trahit un écart à la forme sphérique.

La formation des molécules et leur agrégation sont conditionnées par les mêmes facteurs, en sorte qu'il y a compétition entre les vitesses de groupement et d'orientation. Précipitées en solution ou à partir de l'état gazeux, les molécules peuvent, à défaut de temps pour l'orientation, tomber amorphes. Lorsque la formation est lente, c'est l'orientation qui prédomine, et il y a cristallisation. Pour les métaux, la cristallisation est si rapide, que, presque toujours, leurs solutions colloïdales apparaissent cristallines. On a cependant réussi à obtenir de l'argent amorphe par refroidissement brusque d'un pinceau gazeux au contact de l'air liquide.

Après Freundlich, d'autres savants ont encore pris la parole, parmi lesquels Whytlaw Gray a décrit ses recherches sur la coagulation des fumées, suivi de Usher, qui a traité de la formation et de la croissance des particules colloïdales à partir des molécules, dans les systèmes dépourvus de structure cristalline.

S. V.

Biologie

Action nocive des vapeurs de formol. — L'action irritante immédiate des vapeurs de formol sur les voies

respiratoires supérieures est bien connue des chimistes, histologistes et bactériologistes qui ont souvent à manipuler cet aldéhyde; mais il n'en est pas de même pour ses effets lointains contre lesquels, dans les laboratoires, on n'essaie généralement pas de se préserver.

MM. Sabrazès et Pennanéach, qui ont étudié d'une manière très approfondie la toxicité de l'aldéhyde formique, viennent de préciser, chez le cobaye, la nature des lésions que détermine le séjour dans une atmosphère assez confinée d'air formolé. Tout d'abord ils ont observé que le cobaye, placé dans ces conditions une heure par jour, succombe au bout de trois mois environ (*C. R. Soc. de Biologie*, 11 janvier 1928, p. 241).

Ils ont constaté des altérations profondes de la muqueuse pituitaire, de la muqueuse trachéale et de celle des grosses bronches. Les poumons deviennent emphysémateux, congestionnés et œdémateux; enfin, les reins, le foie et la rate présentent également quelques modifications pathologiques. Quand le cobaye est laissé à l'air libre, dans une grande pièce bien aérée, mais dans l'atmosphère de laquelle on maintient constamment une certaine proportion d'aldéhyde formique, il résiste; toutefois, lorsqu'on le sacrifie, on observe des lésions plus légères, mais cependant de même nature que chez l'animal qui a succombé sous l'action des vapeurs toxiques.

Les recherches des auteurs ne sont pas encore terminées, mais, dès maintenant, elles mettent bien en évidence le danger des inhalations répétées de vapeurs de formol. Il y a donc intérêt, dans les laboratoires d'anatomie ou d'histologie, à s'efforcer de substituer aussi souvent que possible à l'aldéhyde formique des substances douées de propriétés fixatrices analogues, mais non toxiques. Dans les cas où cela ne sera pas possible, on pourra se protéger très facilement à l'aide d'un masque de chirurgien garni de compresses imbibées de solutions de tartrate acide d'ammonium ou mieux de borate de sodium à 8 p. 100 dans l'eau oxygénée à dix volumes. A.B.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Acoustique

L'acoustique des auditoires. — La répercussion, c'est-à-dire le temps qu'il faut à un son ordinaire pour s'éteindre dans une salle est le facteur le plus important dans l'acoustique d'un auditoire. Quand ce temps est trop long, les sons produits par les mots successifs se croisent et l'audition devient difficile particulièrement dans les discours; avec la musique cela est moins ennuyeux. Une salle de concert avantageusement aménagée pour la bonne audition peut cependant être incommode aux artistes parce qu'elle est dure au chant. Cette contradiction apparente a été l'objet de recherches de la part du professeur Watson de l'Université d'Illinois.

La durée de répercussion dépend de la quantité de matières absorbant le son qu'il y a dans la salle et de la capacité de la salle. Le total des matières absorbantes qu'il y a dans une salle de concert varie avec le nombre de personnes qu'elle renferme. Dans une salle de 2.800 m³ de capacité, le professeur Watson a constaté que la durée de répercussion la plus avantageuse pour une bonne audition était d'environ 2 secondes pour la salle bondée, de 3 secondes pour la salle remplie au tiers et de 4 secondes pour la salle vide. Le temps T le plus avantageux augmente proportionnellement à la racine carrée du volume, cependant il ne se rapproche pas de zéro pour les faibles volumes, pour ceux-ci, le minimum atteint serait de 0,75 seconde. Dans une salle de 60.000 m³, T serait de 2,15 secondes quand elle est remplie au tiers. Pour ce cas, la formule de Sabine donnerait une absorption de 5.000 unités; si l'absorption des murs est de 1.600 unités et celle de l'assistance (375 personnes) de 1.725 unités, il resterait 1.675 unités d'absorption à ajouter sous la forme, par exemple, de 30 m² de matière ayant un coefficient d'absorption de 0,5 pour assurer l'audition optima.

La valeur optimum de T était pour les les joueurs de 1,8 secondes et pour l'auditoire de 1.1 seconde. Dans les essais ultérieurs, on enleva les matières absorbantes dans le voisinage des acteurs pour les transporter à l'autre extrémité de la salle; on donna ainsi satisfaction aux artistes et aux auditeurs. D'après cela, il faudrait tenir l'espace dans le voisinage des artistes absolument dégagé de matières absorbantes qu'on répartirait sur les autres parties de la salle, laissant ainsi un espace réverbérant pour la production de la musique. On pourrait ainsi obtenir une bonne audition en adoptant une pièce réunie par une porte à la pièce où l'on joue. Les auditoires modernes étant relativement moins chers à construire pour une grande que pour une petite assistance, le professeur Watson conseille de baser le nombre d'auditeurs sur deux tiers de la capacité de la pièce. Il rappelle un cas dans lequel l'auditoire, à une séance de piano, n'atteignait pas les chiffres pour lesquels on avait répandu les matières d'absorption; cependant les artistes trouvèrent que la halle avait un écho parfait, les auditeurs étaient également ravis de l'audition, probablement parce qu'ils étaient massés à l'extrémité loin de la scène. On n'a pas encore pris l'habitude d'adapter la disposition acoustique à l'auditoire qu'on attend. Il ne serait pas non plus facile d'opérer ainsi par suite des difficultés de construire en se basant sur une théorie acoustique toujours imparfaite.

Pour la parole, il vaut mieux avoir une plus courte période de réverbération et plus de matière absorbante. Knudsen a déterminé cette période de réverbération en prononçant une série de mots sans liaison et comptant le nombre d'interprétations exactes faites par des auditeurs assis en différents points de la salle de 200 m³. En augmentant le volume des matières il assourdit la salle et réduisit la durée T de 5.01 à 0,6 secondes. Le coefficient d'interprétation exacte augmenta ainsi de 5 à 92, cette amélioration étant particulièrement marquée pour les consonnes; les voyelles étaient toujours très bien comprises, le coefficient s'élevant de 94 à 99. Dans son étude sur les impressions différentes des chanteurs et des auditeurs, Watson assourdit d'abord une salle en augmentant le volume des matières absorbantes; les acteurs déclarèrent qu'ils ne pouvaient jouer; mais dès qu'on eut tout enlevé, ils eurent moins de difficulté, les auditeurs, par contre, furent moins satisfaite; en renversant les choses, on eut le même résultat.

En réalité, les architectes, jusqu'à présent, ont rarement prêté leur attention à ces considérations d'acoustique. (*Engeneering*, 22-7-27).

E. P.

Mines

Les gisements de pyrites en Italie. — L'Italie a le deuxième rang dans la production des pyrites dont l'Espagne occupe le premier. Voici les nombres qui jalon-

nent la période 1890-1925 pour la production italienne de pyrites :

En 1890, 20.000 tonnes
En 1910, 165.700 tonnes
En 1917, 500.000 tonnes
En 1920, 321.000 tonnes
En 1921, 447.900 tonnes
En 1923, 493.000 tonnes
En 1925, 515.800 tonnes
En 1926, 593.500 tonnes

Cette production, en 1923, représentait 10 o/o de la production mondiale (Espagne 59 o/o).

En 1925, la répartition suivant les régions d'Italie était :

Région de Florence	82,3 o/o
Région de Turin	6,0 o/o
Région de Padoue	5,3 o/o
Région de Carrare	3,7 o/o
Région de Trieste	2,2 o/o
Région de Naples	0,5 o/o

C'est la mine de Gavorrano, province de Grosetto, en Toscane, qui produit le plus. (*L'Industrie chimique*, avril 1927).

L. R.

Colonies

Les Agences Economiques Coloniales. — Ces institutions de création récente et de valeur inégale sont appelées à devenir des centres d'information fort utiles et constituent déjà des moyens d'action efficaces. Ils remplissent, dans la Métropole, des rôles variés étant de formation moins rigide que les bureaux d'un ministère. Ils ont une vie propre qui s'inspire des besoins et des moyens de chaque colonie. Ces besoins sont, pour partie, les mêmes pour toutes les colonies et il s'en présente de spéciaux à chacune d'elles.

Au début de leur création, on put craindre que ces organismes fussent surtout utilisés pour résoudre des questions de personnes. On ne pourrait pas dire qu'il n'en a rien été et que la faveur n'a jamais contribué à assurer le recrutement du personnel dans les Agences, dont le principal attrait est d'être installées dans la capitale à portée des salles de spectacle et des milieux où l'on peut se mettre en évidence aussi bien qu'à portée des bibliothèques publiques et des sources où s'alimente la documentation technique.

La nécessité de rendre des services, de se montrer à la hauteur des tâches sollicitées parfois impérieusement d'organiser les bureaux de nos agences de manière à répondre effectivement à l'idée qui en avait inspiré l'établissement.

En peu d'heures aujourd'hui, à Paris, on peut faire le tour d'un monde où des paysages de rêve voisinent avec des données dont la réalité se dévoile sans apprêt, conformément à l'honnêteté la plus élémentaire.

Le public spécial susceptible de s'intéresser fortement au fonctionnement des agences coloniales est de plus en plus nombreux comme le veut la logique des affaires et la multiplicité des intérêts engagés au-delà les mers. Les exigences de ce public vont croissant, mais les moyens d'information de ces agences se développent non moins vite et leur permettent de rendre des services qui ne sont pas tous connus du grand public, lequel ne se croit pas toujours obligé de voir juste et qui même se retient rarement de prononcer des jugements mal établis.

Chaque Agence s'est fait une place proportionnée sinon à l'importance de chaque Colonie, du moins aux moyens d'action fournis par chacune d'elles. Or, les unes sont riches et d'autres sont plutôt pauvres. Leur organisation et leur puissance résultent tout autant de la direction qui leur a été donnée dès le début. Elles comportent un personnel fixe et un personnel changeant. Un directeur habile, dans la mesure où il est maître des circonstances, sait équilibrer les forces que lui procurent la continuité et les changements. Certains agents font des stages prolongés et l'Agence gagne presque toujours quelque chose à cette continuité. Toutefois, l'institution gagne aussi par les apports nouveaux qui résultent de stages passagers dûs quelquefois à la faveur, mais imposés plus souvent par de réels besoins et par le souci de l'intérêt public.

Ces allées et venues entre les Colonies et la Métropole présentent un sérieux avantage. Des fonctionnaires en congé nous ramènent un peu de l'ambiance de chaque Colonie. Les mêmes fonctionnaires remportent de leur stage à l'Agence une connaissance plus exacte des vrais besoins de l'industrie ou du commerce.

Pénétrons dans la plus puissante et la mieux installée : l'Agence économique de l'Indochine, 20, rue de la Boëtie. Malheureusement, certains services y seront bientôt à l'étroit. C'est qu'ils sont assez nombreux. Ils comprennent:

Services de presse, de propagande, de librairie, de documentation scientifique, économique, industrielle et commerciale, une bibliothèque abondante et bien tenue et, par dessus tout, un service technique dont les travaux ne laissent guère prise à la critique et qui peut montrer des résultats par les données obtenues, et répandues, grâce à des consultations innombrables. La portée pratique de celles-ci est difficile à préciser, mais elle est considérable. Ce service a provoqué de très utiles recherches scientifiques suivies d'effet et a donné lieu à d'intéressantes publications trop nombreuses pour être seulement citées ici.

En dehors de son Bulletin d'informations contenant des renseignements d'ordre pratique intéressant les personnes en relations d'affaires avec l'Indochine et d'un communiqué de la presse indochinoise, l'Agence de l'Indochine a publié des travaux parfois considérables sur des produits indochinois ou sur des questions intéressant ce pays, en tout plus de trente opuscules.

L'Agence a contribué matériellement à d'importants travaux tels que la notice de A. Chevalier sur le poivre, les belles recherches de Lecomte et celles de Bertin sur les bois d'Indochine, celles sur les riz de Cochinchine, par Carle et de Tran-Van-Huu sur le même sujet, enfin l'étude de Guillaume sur les sols et les climats de la Cochinchine au regard de la canne à sucre. L. H.

Statistique

L'Union des Syndicats d'ingénieurs français. — L'Union des Syndicats d'ingénieurs rattachée à la Confédération des Travailleurs intellectuels (C.F.I.) a tenu un Congrès, le 11 février dernier, sous la présidence de M. E. Fleurent, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.

Le président a montré que la situation matérielle et morale de l'ingénieur ne correspond pas à son rôle dans la société moderne. Son rapport résume les travaux de l'Union depuis sa fondation, notamment ses études sur les brevets d'invention, sur les ingénieurs étrangers, sur la protection du titre d'ingénieur, etc.

Il a attiré l'attention du Congrès sur les questions suivantes :

Loi sur les brevets d'invention. — Le Congrès émet le vœu :

Qu'aucune modification ne soit apportée par le Sénat au texte voté par la Chambre des députés;

Que la mise à l'ordre du jour du projet de loi soit aussi prompte que possible.

Ingénieurs étrangers. — Le Congrès demande : une diminution des autorisations de séjour, une réglementation de l'emploi des ingénieurs étrangers dans les entreprises concédées, la revision des équivalences de diplômes permettant l'entrée dans les écoles d'ingénieurs, etc.

Protection du titre d'ingénieur. — Le Congrès invite le Comité de l'U.S.I.F. a faire de pressantes démarches pour que le projet de loi établi par le Conseil supérieur de l'Enseignement technique soit déposé devant le Parlement.

La rationalisation. — L'U.S.I.F. insiste d'une façon particulière, étant donné le caractère technique de la rationalisation, sur le rôle important que doivent être amenés à jouer, dans son application, les travailleurs intellectuels et les organisations professionnelles de techniciens.

Considérant que la concentration industrielle ne doit pas mettre en fait les industries sous le contrôle exclusif de groupes financiers, sans compétence industrielle, et qu'elle pourrait avoir pour premier résultat la suppression du libre jeu de la concurrence, la diminution de la production, l'augmentation des prix de vente, qu'il n'en résulterait aucun avantage, ni pour ces véritables producteurs, ni pour les consommateurs.

L'U.S.I.F. demande que la concentration industrielle soit exécutée en accord entre tous les intéressés : patrons, travailleurs intellectuels et manuels représentés par leurs organisations professionnelles, et les consommateurs, sous le contrôle des Pouvoirs publics.

L'Union exprime le désir que le Conseil national économique se saisisse de la question et étudie les mesures propres à favoriser les moyens de distribution les plus directs entre le producteur et le consommateur.

La séance de clôture à la Sorbonne, sous la présidence de M. d'Arsonval, membre de l'Institut, a été consacrée à deux communications de M. G. Claude, membre de l'Institut et P. Boucherot, relative à leur récente invention : l'utilisation thermique des mers tropicales. M. P. Boucherot, étudiant spécialement *l'utilisation de l'eau glacée au fond des Océans*, envisage la possibilité de modifier les climats, de rendre le séjour et le travail de l'homme possibles dans les pays tropicaux, et d'ouvrir ainsi à la race humaine, des territoires nouveaux aux ressources immenses. Une ère nouvelle s'ouvrirait ainsi devant l'humanité.

EDOUARD MARCOTTE.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 16 avril 1928.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mandelbrojt.* — **Sur les singularités des séries de Dirichlet.**

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *A. Pantazi.* — **L'extension d'un théorème de Cech sur l'applicabilité projective.**

MÉCANIQUE APPLIQUEE. — *M. Broszko* (prés. par M. Mesnager). — **Sur le flambage des barres prismatiques comprimées axialement.**

POLARISATION ROTATOIRE. — *R. de Mallemann* (prés. par M. A. Cotton). — **Calcul du pouvoir rotatoire du quartz.**

PESANTEUR. — *Ch. Volet* (prés. par M. Bigourdan). — **Nouvelle méthode pour la détermination absolue de la gravité par le pendule.**

L'auteur pense qu'en appliquant la méthode qu'il décrit, avec tous les perfectionnements réalisés aujourd'hui dans la conservation et la transmission de l'heure, ainsi que dans l'observation du pendule lui-même (méthodes photographique ou photo-électrique), on puisse dépasser, dans la détermination de g, la précision relative du millionième.

ASTRONOMIE. — *H. Deslandres.* — **Sur une nouvelle comète découverte à l'Observatoire de Paris.**

Cette comète qui a été découverte par M. Giacobini, le 17 mars, ne fut visible que pendant 5 à 6 minutes; il la revit le 23 mars, mais en raison du mauvais temps, elle ne put être photographiée que le 28 mars. Cette comète est la treizième découverte par M. Giacobini.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *C. Jacquet* et *H. Bellocq* (prés. par M. G. Ferrié). — **Mesures magnétiques dans la Corse et la Charente.**

Ces mesures ont été prises en 1926 dans 56 stations, dont 32 sont des stations de Moureaux et 24 sont des stations nouvelles.

Des tableaux indiquent les mesures effectuées qui, comparées à celles de Moureaux, donnent pour la variation séculaire entre le 1er janvier 1896 et le 1er janvier 1922 des différences, très variables pour la Corse, très constantes pour la Charente, dont les valeurs moyennes pour D,I,H sont respectivement :

Corse	—2°58'8	—34'5	+207 γ
Charente	—0°54'1	—53'7	+316 γ

PHOTOCHIMIE. — *M. Hanot* et *H. Guillemel* (transm. par M. Cotton). — **Sur les lois du noircissement photographique : cas où la source lumineuse est une série d'étincelles électriques.**

Les résultats obtenus ont conduit l'auteur à conclure que dans les recherches de photométrie photographique relatives à des étincelles (étude du spectre d'une étincelle par exemple), on a le droit de déterminer le facteur de contraste de la plaque indifféremment avec une source continue ou avec une source intermittente.

ÉLECTRICITÉ. — *A. Blondel.* — **Sur l'adaptation des oscillographes bifilaires à l'étude des lampes triodes.**

La sensibilité de l'oscillographe bifilaire présenté par l'auteur en 1893, est insuffisante pour enregistrer facilement les courants variables des lampes triodes. M. Blondel a cherché à remédier à cette insuffisance, en augmentant la sensibilité par l'emploi d'un transformateur d'intensité.

RADIOCHIMIE. — *V. Henri* et *Svend Aage Schou* (prés. par M. J. Perrin). — **Spectres d'absorption de l'aldéhyde formique et de l'oxyde de carbone, parenté très étroite entre ces deux molécules.**

Le spectre d'absorption de l'aldéhyde formique a de très grandes analogies avec celui de l'oxyde de carbone : c'est une molécule bivalente, ayant un système de triplets avec les mêmes séparations que pour l'oxyde de carbone. En outre, dans le spectre d'absorption de CO, on trouve les

bandes d'intercombinaison $^1S - {}^3P$ comme dans le cas des atomes divalents.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *G. Denigès* (transm. par M. Ch. Moureu). — **Dosage très rapide de l'ion phosphorique dans les terres et les engrais, par céruléo-molydimétrie.**

Dans une Note précédente, (*C. R.*, 186, 1928, p. 318), l'auteur a montré les principales applications que présente la céruléo-molybdimétrie. Dans cette nouvelle étude, il indique les méthodes que nécessite son emploi dans la détermination de l'ion phosphorique, sous ses diverses formes, dans les terres destinées à la culture.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Ch. Moureu, Ch. Dufraisse* et *L. Girard.* — **Recherches sur le rubrène. Nouvelles expériences sur le peroxyde de rubrène.**

Les divers cristaux de peroxyde de rubrène renferment du solvant libérable par la dissolution : ce solvant de cristallisation est fixé d'une manière lâche, et sa proportion paraît être, par molécule de peroxyde, de 1 molécule dans le cas du bromobenzène, et de 1/2 molécule dans ceux du benzène et de l'oxyde d'éthyle.

Les nouvelles recherches effectuées sur la dissociation du peroxyde ont montré que le gaz dégagé est constitué uniquement par de l'oxygène et de l'anhydride carbonique et la proportion de ce dernier oscille entre 4,4 et 6,7 p. 100 du gaz recueilli. Jusqu'à 140° on ne recueille que de l'oxygène pur, tandis qu'aux environs de 180°, on n'obtient que de l'anhydride carbonique sensiblement pur. La production des deux gaz semble donc être la conséquence de deux réactions indépendantes.

CHIMIE AGRICOLE. — *A. Nemec* (prés. par M. A.-Th. Schlœsing). — **Détermination des besoins des sols en acide phosphorique d'après le silice soluble.**

Les résultats montrent que, pour chaque culture, les sols présentant un taux moyen m de silice soluble supérieur à un certain minimum, ne sont guère sensibles à l'action des engrais phosphatés. Les teneurs en PO^2O^5 des extraits aqueux des sels semblant dépendre des teneurs en SiO^2 des mêmes extraits : les premières croissent en même temps que les secondes, sauf pour les sols très calcaires.

VOLCANOLOGIE. — *Bodard.* — **L'activité volcanique du Rakata.**

Le groupe de Rakata, situé dans le détroit de la Sonde comprend trois ilôts volcaniques dont l'un le Krakatan (mont silencieux) n'avait témoigné d'aucune activité depuis 1883. Au début de janvier 1928, il est entré de nouveau en activité. Les explosions ne se produisirent pas sur le Krakatan même, mais sortaient des crevasses au fond de la mer et formaient un volcan sous-marin à mi-chemin entre les trois ilôts. Là, des cendres, de la boue, des pierres et des laves sortant de l'eau dans d'énormes volutes de fumée furent lancés en l'air jusqu'à une hauteur de 1.200 m. En retombant, des colonnes de vapeur se formaient autour de ces gerbes immenses de matières fusantes. Des grondements sourds se faisaient entendre.

OCÉANOGRAPHIE. — *P. Idrac* (prés. par M. Charcot). — **Enregistrement des courants sous-marins du détroit de Gibraltar.**

L'auteur a obtenu au Sud de Tarifa, à l'endroit le plus étroit, des enregistrements de courant jusqu'à 500 m. de profondeur.

Les mesures ont montré que le courant superficiel étant du S.-W, 1/4 W. avec une vitesse de 1^m4 en surface et de 0^m8 à 100 m. Ensuite, il tourne brusquement à l'E. 1/4 S.-E. pour y demeurer jusqu'au fond avec une vitesse de 1^m1 à 200 m., 1^m2 à 300 m., 0^m9 à 400 m. et 0^m5 à 500 m.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *H. Douvillé.* — **A propos de l'Ophite.**

Il semble qu'on puisse continuer à considérer les Ophites comme triasiques; elles auraient formé à cette époque une ou plusieurs coulées, démantelées plus tard par les actions atmosphériques et les érosions. Ce n'est que plus récemment, après le Crétacé ou à la suite des grands mouvements tectoniques, qui ont donné naissance à la chaîne des Pyrénées, que les sédiments auraient été métamorphisés. Il n'est pas impossible que les Ophites aient agi à ce moment d'une manière indirecte sur les sédiments voisins, en augmentant la minéralisation des eaux thermales circulant dans le sous-sol.

PHYSIOLOGIE. — *H. Bierry* et *Max Kollmann* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sur le mode d'action de la vitamine *B*.**

De leurs expériences, les auteurs croient pouvoir conclure que l'action stimulante de la vitamine hydrosoluble B peut s'exercer à la fois sur les glandes à sécrétion interne et sur les glandes à sécrétion externe.

— *Auguste Lumière* et *Mme R.-H. Grange* (prés. par M. Roux). — **Toxicité comparée des sérums du sang artériel et du sang veineux.**

Le sérum du sang veineux est toujours beaucoup plus toxique que le sérum du sang artériel, constatation qui s'accorde avec les hypothèses précédemment émises par les auteurs de cette Note sur le mécanisme de la toxicité des sérums de mammifères pour les animaux d'une autre espèce.

HISTOCHIMIE. — *A. Policard* (prés. par M. E. Mesnil). — **Etude par micro-incinération de la teneur en matières minérales fixes des diverses parties de la cellule.**

Les cultures sur lamelles sont fixées à l'alcool, séchées et incinérées au rouge sombre. L'incinération est rapide. On peut ainsi constater que le noyau des cellules animales renferme une quantité notable de matières minérales fixes. Le cytoplasma renferme une quantité de cendres beaucoup plus faible. Il est probable que la plus grande partie de ces matières minérales sont formées de calcium et de magnésium. Mais la méthode ne permet pas de distinguer ce qui revient à l'un et à l'autre de ces éléments.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *E. Nicolas* et *K. Katrandjieff* (prés. par M. E. Leclainche). — **Sur le caractère antigène des albumines modifiées par le chauffage et leur différenciation spécifique par les sérums précipitants.**

Les auteurs ont entrepris des recherches sur la conservation de la propriété antigène des protides modifiés par la chaleur, sur la détermination spécifique des albumines coagulées, par les sérums précipitants, détermination dont une application importante est la différenciation zoologique des viandes. Les résultats exposés dans cette Note leur permettent de considérer comme résolu le problème de la différenciation spécifique des viandes cuites.

BACTÉRIOLOGIE. — *Costantino Gorini* (prés. par M. Roux). — **Culture grimpante et dissociation microbienne.**

Ayant observé, en 1903, que certaines bactéries ont la propriété de grimper activement des milieux liquides sur les surfaces solides, l'auteur a proposé la *culture grimpante* sur gélose inclinée pour séparer ces bactéries de celles auxquelles elles sont mélangées. Les cultures grimpantes lui ont permis de séparer, pour les bactéries qui donnent ce phénomène, deux espèces de colonies : les unes, provenant des bacilles agiles, prélevées dans le haut de la culture qui se présentent arrondies, compactes, différentes des colonies irrégulières filamenteuses qui sont regardées comme les colonies types de ces microbes et qui dérivent des premières par vieillissement.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *S. Nicolau* et *Mlle E. Mateiesco* (prés. par M. Roux). — **Septinévrites à virus rabique des rues. Preuves de la marche centrifuge du virus dans les nerfs périphériques des lapins.**

Les expériences relatées dans cette Note montrent que la section du sciatique dans sa portion centrale empêche totalement le cheminement des germes du névraxe vers la périphérie par le tronc névrectomisé; or, les connexions vasculaires du nerf en aval de la névrectomie étant conservés, le nerf apparaît bien comme la route unique de dissémination du virus dans l'économie. Ainsi la septinévrite rabique se propage dans l'organisme du lapin par dispersion centrifuge du virus *exclusivement* par la voie nerveuse. Le torrent sanguin, même s'il véhicule exceptionnellement le germe, ne peut ensemencer le tronc névrectomisé.

Par ce mécanisme de dispersion nerveuse centrifuge, le virus peut arriver jusque dans les tout petits filets nerveux sous-cutanés.

P. Guérin.

Séance du 23 avril 1928.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *S. Bernstein* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les polynomes de Jacobi.**

— *de Possel* (prés. par M. Hadamard). — **Sur le prolongement des surfaces de Riemann.**

— *J. Delsarte* (prés. par M. Goursat). — **Sur certains groupes de rotations fonctionnelles non enclidiennes.**

— *A. Roussel* (prés. par M. Goursat). — **Une généralisation de la notion de primitive.**

GÉOMÉTRIE. — *L. Féraud.* — **Sur les surfaces admettant un groupe fini de déformations projectives.**

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *V. Hlavaty.* — **Sur la seconde forme fondamentale relative aux courbes géodésiques d'une V'_2 dans V'_3.**

ELASTICITÉ. — *L. Roy.* — **Sur les équations des surfaces élastiques à trois paramètres.**

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *Al. Proca* (prés. par M. J. Perrin). — **Autres réflexions sur la dynamique Interférences.**

OPTIQUE PHYSIQUE. — *J. Cabannes* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur le calcul théorique de la diffusion de la lumière dans une fluide.**

ÉLECTRICITÉ. — *F. Margond* (prés. par M. A. Blondel). — **Equations générales d'une machine synchrone, non saturée, hors du régime normal.**

MAGNÉTISME. — *C. Chéneveau* (prés. par M. C. Matignon). — **Sur la susceptibilité magnétique de l'aluminium.**

L'auteur a déterminé sur deux échantillons d'aluminium extra-pur, par la méthode de la balance magnétique; la susceptibilité magnétique massique χ de ce métal. Il a trouvé pour deux échantillons traités de façon différente :

Premier échantillon ..	$\chi.10^6$	= 0,585
Deuxième échantillon.		= 0,579
Moyenne à 18° C		= 0,58 (à $\pm$ 1 p. 100 près)

Les mêmes expériences répétées sur l'aluminium servant à fabriquer des conducteurs électriques ont donné des résultats très peu différents des précédents.

L'aluminium exempt de fer semble posséder une susceptibilité voisine de celle indiquée pour l'aluminium extra-pur et serait, par conséquent, paramagnétique.

— *Ch. Lapp* (transm. par M. P. Weiss). — **Mesure des chaleurs spécifiques vraies du nickel par une méthode électrique directe.**

Les mesures ont porté sur un nickel pur, à de nombreuses températures comprises entre — 175° et +460°, et d'après la méthode suivante : un fil de nickel de 2 mm. de diamètre est placé dans un four à température uniforme. On l'échauffe au moyen d'un courant électrique qui le parcourt pendant quelques dizaines de secondes : l'énergie qui lui est ainsi fournie est mesurée au wattmètre. Un couple thermo-électrique nichrome-nichrome logé dans le fil permet de mesurer la température du four et les variations de température du fil. Celles-ci sont lues sur l'échelle du galvanomètre placé dans le circuit du couple et du potentiomètre. Le temps est enregistré avec un chronographe.

Les résultats obtenus sont exposés à l'aide d'un schéma.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *E. Mathias.* — **Mesures magnétiques dans l'Allier et le Puy-de-Dôme.**

Ces mesures ont été faites dans 37 stations : 9 sont des stations de Moureaux, 28 sont des stations nouvelles.

Les mesures indiquées dans un tableau, comparées à celles de Moureaux donnent pour la variation séculaire entre le 1er janvier 1896 et le 1er janvier 1922 des différences très concordantes.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Ch. Mauguin* et *L. Graber* (prés. par M. F. Wallerand). — **Etude des micas fluorés au moyen des rayons X.**

La règle qui veut que la maille cristalline des micas non fluorés renferme 12 atomes d'oxygène, cesse d'être valable lorsque le mica renferme du fluor, ce que démontre l'auteur en indiquant dans un tableau le nombre d'atomes de chaque sorte contenus dans le motif cristallin d'échantillons variés à forte teneur en fluor.

MINÉRALOGIE. — *Duboin* (prés. par M. C. Matignon). — **Sur la reproduction de la ténorite, du fer oligiste et du protoxyde de cobalt cristallisés.**

La reproduction de la ténorité peut être réalisées par deux méthodes : 1° On projette peu à peu de l'oxyde de cuivre dans du fluorure de potassium fondu, puis on abandonne la masse à un refroidissement lent. Après reprise par l'eau, on retrouve l'oxyde de cuivre bien cristallisé. 2° On bien, on projette dans du fluorure de potassium fondu le résultat de la fusion préalable du fluorhydrate de fluorure de patassium avec le l'oxyde de cuivre ou mieux encore avec du chlorure. On ajoute alors du chlorure de potassium et l'on maintient la masse pendant deux ou trois jours à la température du rouge, les cristaux étant d'autant plus gros que la température a été plus prolongée. Après réfroidissement lent et reprise par l'eau, on isole un produit homogène de densité 6,3, constitué par des prismes tricliniques pseudomonocliniques; c'est la ténorité. La même méthode s'applique à la reproduction d'autres oxydes cristallisés.

OPTIQUE. — *Y. Rocard* (prés. par M. Brillouin). — **Les nouvelles radiations diffusées.**

L'auteur à repris l'étude des nouvelles radiations décrites par M. Raman. Il a observé que ces radiations se présenteraient comme des battements optiques dus aux diverses fréquences d'oscillation du moment électrique des molécules. Dans le détail de l'explication, il faudra vraisemblablement faire appel à la Mécanique ondulatoire.

M. Rocard pense que si l'explication, exposée dans sa Note, de la nature des nouvelles radiations est adéquate, ces radiations constitueraient un moyen précieux et inattendu d'investigation de la structure des liquides et des actions intra et intermoléculaires.

SPECTROSCOPIE. — *J. Gilles* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la structure du spectre du second ordre du soufre (S II).**

Le relevé qu'a fait l'auteur du spectre de S II et l'étude de l'effet Zeeman des raies principales de ce spectre ont permis de reconnaître cinq multiplets de raies qui correspondent aux combinaisons *ans.* ^4P — *anp.* ^4P, *ans.* ^4P — *anp.* ^4D, *anp.* ^4P. — *and.* ^4D, *anp.* ^4D — *and.* ^4D — *anp* ^4D — *and.* ^4F.

— *M. Lambrey* (prés. par M. Ch Fabry). — **Sur le spectre d'absorption de l'oxyde azotique.**

Le spectre d'absorption de NO se compose de deux familles de doublets, chacune des composantes de ces doublets étant une bande résoluble. Les doublets de la première famille ont leur arête du côté des grandes longueurs d'onde; les doublets de la seconde famille, dont certains se superposent au moins partiellement à ceux de la première, ont leur arête du côté des courtes longueurs d'onde.

CHIMIE PHYSIQUE. — *J. F. Saffy* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Altération profonde d'un alliage nickel-cuivre dans la vapeur d'eau surchauffée vers 350° à 400°.**

L'auteur indique les résultats des recherches qu'il a entreprises pour caractériser l'action exercée sur une gamme étendue de métaux par le séjour dans la vapeur d'eau. Cette action se manifeste sur certains d'entre eux par l'altération désignée sous le nom de corrosions fissurantes. Il a voulu préciser également l'ordre de grandeur de la température à partir de laquelle le métal est altéré par la vapeur surchauffée. A 500°, après deux semaines, les lamettes plient à 180° avec crique profonde ou cassent; à 400°, après 7 semaines, elles cassent toutes avant pliage à bords parallèles, c'est-à-dire dès un pliage de 90 à 120°; à 350°, après 8 semaines, elles plient toutes à bloc, à 180°, mais toujours avec criques plus ou moins importantes, intéressant parfois presque toute l'épaisseur.

— *P. Jolibois, H. Lefebvre* et *P. Montagne* (prés. par H. Le Chatelier). — **Sur la décomposition du gaz carbonique à faible pression sous l'action du courant électrique.**

Les auteurs ont voulu comparer les résultats obtenus précédemment par l'action d'une ou plusieurs étincelles sur le gaz carbonique à faible pression, avec ceux que donnent le passage d'un courant obtenu en reliant les électrodes du tube à une source de courant continu, avec interposition d'une résistance de quelques dizaines de mégohms.

Ils ont observé que pour des intensités comprises entre 0 et 2 milliampères, l'équilibre final de la dissociation est sensiblement indépendant de l'intensité; mais il est atteint plus vite par un courant intense qu'avec un courant faible. L'influence de la pression sur le degré de dissociation, lors de l'équilibre est, au contraire, très importante.

— *P. Bourion* et *Ch. Tuttle* (prés. par M. G. Urbain). — **Détermination orgoscopique des équilibres moléculaires de la résorcine et de la pyrocatéchine en solution aqueuse.**

Les tableaux exposant les résultats montrent que seul, le paramètre K_3 offre une bonne constance, de 0,75 M à 3 M pour la résorcine et de 0,375 M à 1,25 M, concentration voisine de la saturation, pour la pyrocatéchine. Il y a donc dans ces domaines, équilibres exclusifs entre molécules simples et molécules triples, alors qu'à 100° C. il y a équilibre entre molécules simples et doubles aux concentrations élevées.

La constante moyenne K_3 est de 3.50 pour la résorcine, et 5.54 pour la pyrocatéchine, lorsque les concentrations sont élevées à 15°C, puis 3.52 pour la résorcine et 5.57 pour la pyrocatéchine, lorsque les concentrations sont estimées à 0° C.

CHIMIE MINÉRALE. — *Guichard, Clausmann* et *Billon* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur le foisonnement dans l'hydrogène des métaux et alliages contenant un peu d'oxyde.**

L'accroissement de volume qui se produit dans l'hydrogène au dessous du point de fusion a été observé sur un alliage (cuivre-argent) à 700 millièmes d'argent : un cylindre de cet alliage, maintenu vers 700° pendant 100 heures, qui contenait primitivement 0,77 pour 100 d'oxygène, n'en contenait plus que 0,18 pour 1000 et son diamètre s'est accru de 10 p. 100.

Les résultats obtenus avec quatre alliages de composition différente montre que la variation du volume croît avec la teneur en argent même si l'alliage le plus riche en argent est le moins oxydé : la résistance mécanique du métal paraît être un facteur essentiel.

CHIMIE ORGANIQUE. — *R. Cornubert* et *H. Le Bihan* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Essais de benzilation et de phénylation de l'α méthylcyclohexanone.**

Les corps cristallisés suivants ont été isolés : 1° le chlorhydrate de la benzylidène — α α — méthylbenzylcyclohexanone obtenu en quantité considérable, corps fondant à 124° dont la combinaison benzylidénique fondant 80—81° a pu être obtenue par élimination d'acide chlorhydrique par la soude alcoolique à la température de 60°; 2° une petite quantité de combinaison tétrahydropyronique fondant à 191°, corps précédemment préparé à partir de l'α-méthyl-α' benzycyclohexanone.

— *P. Brenans* et *Ch. Girod* (prés. par M. Béhal). — **Phénols bromoiodés obtenus avec les acides bromo-5- et dibromo-3.5-salicylïques.**

Le bromo-4-diiodo-2.6-phénol a été obtenu par l'action de l'iode et de la soude ou du carbonate de soude sur l'acide bromo-5-salicylique. Le dibromo-2.4-iodo-6-phénol a été obtenu par l'action du même réactif sur l'acide dibromo-3.5-salicylique. Les auteurs indiquent dans cette Note les conditions dans lesquelles cette réaction a été effectuée et les propriétés de ces nouveaux composés.

L. FRANCHET.

GÉOLOGIE. — *Pierre Termier* et *Eugène Maury*. — **Nouvelles observations géologiques dans la Corse orientale: les radiolarites.**

La radiolarite abonde dans la Corse orientale, dans des gisements de type *apennin* ou *unterostalpin*, avec des calcaires et des argiles non métamorphiques, et dans des gisements de type *pennin*, avec des calcschistes très métamorphiques qui sont nos Schistes Lustrés. Dans les gisements des deux types, elle est liée à des roches vertes, et il n'y a pas de différence essentielle entre les deux séries ophiolithiques.

Ces deux gisements seraient de l'âge mésozoïque moyen (probablement néojurassique).

— *H. Parent* (transm. par M. Ch. Barrois). — **Sur un accident pyrénéen en bordure des Maurettes.**

Dans l'hypothèse du massif des Maures charrié faisant partie de la même nappe que la zone de Sicié, les collines jurassiques d'Hyères devant être envisagées comme une *fenêtre*; or, entre le synclinal du Mont-des-Oiseaux et le repli de Saint-Jean, il est évident que le Permien, le Trias, le Lias et le Jurassique qu'il supporte ne peuvent s'enfoncer sous les phyllades des Maurettes.

— *Pierre Viennot* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur les extrusions, accidents spéciaux et très aberrants qui jalonnent le bord des Pyrénées françaises.**

Ce type structural est caractérisé par la sortie brutale, au milieu d'une puissante série schisteuse, des roches du substratum de celles-ci, laminées, se montrant en disposition isoclinale avec les schistes, et sectionnées latéralement, de telle sorte que les rapports de ces couches et des schistes simulent un passage latéral brusque.

De telles extrusions jalonnent fréquemment le contact entre deux terrains de nature différente, et qui se succèdent régulièrement dans la série stratigraphique.

— *J. Repelin* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur la tectonique des collines formant la bordure sud du bassin de Marseille (Carpiagne).**

Il existe à la Fontasse, à 1 km. environ du port de Cassis, dans la vallée qui aboutit à la calanque de Port-Pin, une curieuse petite *fenêtre* entaillée par l'érosion dans la masse urgonienne et montrant un affleurement de calcaires gréseux jaunâtres remplis de débris de baguettes d'cursins et associés à des marnes blanchâtres. Le faciès est exactement celui du Tursnien du bassin de Beausset et en particulier du cap Canaille. L'importance de la lacune mécanique, jointe à l'étroitesse de l'affleurement, permet d'affirmer qu'il s'agit bien là d'une *fenêtre*.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Lucien Daniel* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Sur les variations de l'oxalate de calcium chez certaines plantes greffées.**

On sait que les Solanées sont caractérisées anatomiquement par la présence simultanée d'un liber interne et de cristaux sableux d'oxalate de calcium. L'auteur a constaté, chez des exemplaires normaux, qu'il existe quelquefois des faisceaux libéro-ligneux périmédullaires, mais exceptionnellement. Chez les plantes blessées et surtout greffées, le nombre de ces faisceaux est souvent augmenté particulièrement au voisinage des plaies, dans le callus cicatriciel et à son voisinage. De même, les cristaux sableux d'oxalate de calcium sont plus nombreux et plus développés chez l'épibiote que chez l'hypobiote.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Michel-Durand* (prés. par M. Molliard). — **Sur le rôle physiologique des tannins pyrocatéchiques.**

Les phlobatannins se comportent comme l'amidon et paraissent être utilisés, aussi bien pendant l'éclosion des bourgeons qu'au moment du développement des tubercules. Le ralentissement dans la consommation des tannins lorsque l'élongation du rameau et de la tige étiolée est terminée, paraît être un argument en faveur de leur rôle d'aliment plastique.

PHYSIOLOGIE. — *Jules Amar* (prés. par M. d'Arsonval). — **L'eau liée des colloïdes.**

Le colloïde retient fortement près de la moitié de l'eau qui l'hydrate, et l'emploie à ses opérations énergétiques.

La couche d'eau adhérente, liée à chaque micelle, forme une enveloppe d'épaisseur égale au quart d'une micelle. Dans l'émulsion du lait, cette dernière à 1μ d'épaisseur, donc celle de l'eau adhérente est 0 μ 25. Dans l'ovalbumine, on a mesuré des micelles de 0 μ 10, soit 0 μ 025 pour l'épaisseur d'eau liée. Les valeurs sont plus faibles avec d'autres colloïdes. C'est dans cette mince membrane d'eau que sels, gaz, et produits organiques viennent tomber et sont utilisés par l'activité de la micelle.

ÉLECTROPHYSIOLOGIE. — *Philippe Fabre* (prés. par M. d'Arsonval). — **Comparaison des paramètres d'excitabilité musculaire par examen microscopique des réponses.**

L'étude quantitative des paramètres d'excitabilité exige une technique appropriée, la méthode classique d'enregistrement par déplacement du tendon gastrocnémien donnant des résultats discordants même quand l'électrode excitatrice est très exiguë. L'auteur a eu recours à l'examen microscopique d'un fin paquet de fibres dont les extrémités restent fixées au corps du muscle tandis qu'un fil d'argent chloruré de 1/50 de millimètre (électrode de d'Arsonval) les soulève légèrement en leur milieu.

La chronaxie déterminée grâce à cette méthode est égale à celle que révèle l'excitation bipolaire du nerf pratiquée au préalable un temps suffisant auprès dissection. La théorie de l'isochronisme du nerf et du muscle de Lapicque paraît donc confirmée pour les ondes brèves.

Les constantes linéaires du gastrocnémien et du nerf sciatique sont au contraire très différentes.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *J. Risler, A. Philibert* et *J. Courtier* (prés. par M. Bazy). — **Action photobiologique des rayonnements.**

Les travaux qui font l'objet de cette Note ne sont que les résultats d'une suite d'expériences relatives à l'action de différents rayonnements, sur des organismes vivants. La première partie (photosensibilisation) découle de recherches entreprises en ce qui concerne l'action des rayons lumineux sur certaines bactéries sensibilisées ou non à l'aide de substances fluorescentes ou autres.

Dans une seconde série d'expériences, les auteurs ont étudié l'action bactéricide obtenue par la volatilisation électrique de fils d'aluminium. Ils ont pu ainsi détruire le staphylocoque, en boîte de Pétri, dans l'espace de temps qui correspond à l'éclatement de 6 fils, c'est-à-dire environ au total 1/25 de seconde, soit 150 fois plus vite que le résultat obtenu à l'aide d'une lampe à vapeurs de mercure de 3500 bougies.

CHIMIE PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *W. Arciszewski* et *W. Kopaczewski* (prés. par M. d'Arsonval). — **L'antagonisme microbien et le problème du cancer.**

L'antagonisme entre le *Bac. tumefaciens* et le *Streptococcus erysipelatus* semble biologiquement réel et physico-chimiquement compréhensible. Un véritable et fort antagonisme physico-chimique semble exister entre le *Bac. prodigiosus* et l'agent bactérien de l'érysipèle; biologiquement, l'introduction de ce microbe dans le traitement des tumeurs végétales par le Streptocoque est sans effet.

PARASITOLOGIE. — *Et. Hubault* (prés. par M. Bouvier). — **Un bacille parasite des chenilles de *Dasychira pudibunda* (Lepidopt *Lymantriidæ*).**

Le bacille décrit par l'auteur est très pathogène pour diverses espèces d'Insectes. Par inoculations de l'ordre de 1/80 ou de 1/100 de centimètre cube à la base des pattes, il tue en 16 heures des exemplaires adultes de *Phasgonura viridissima* L., *Blatta orientalis* L., *Gryllus domesticus* L., *Blaps mortisaga* L. Du sang contaminé de chenille de *Dasychira pudibunda*, inoculé en doses minimes, à des chenilles saines de la même espèce, peut, au troisième passage, entraîner la mort en 6 heures 30.

PROTOZOOLOGIE. — *E. Brumpt* (prés. par M. F. Mesnil). — **Un nouveau Trypanosome pathogène des Vertébrés à sang froid, *Trypanosoma parroti* du *Discoglossus pictus*.**

L'auteur a réussi à obtenir en culture mixte deux trypanosomes du *Discoglossus pictus d'Alger*. L'un, le *T. parroti*, est pathogène soit par inoculation de sang soit par inoculation de cultures obtenues sur différents milieux.

Comme M. Brumpt n'a pas encore trouvé l'hôte vecteur naturel des trypanosomes du discoglosse, hôte qui n'est certainement pas la sangsue *Helobdella algira*, il lui est impossible de dire si, dans la nature, ce parasite est aussi pathogène que certaines souches de *Trypanosoma inopinatum*.

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — L'Académie, dans sa séance du 7 mai, a élu Membre titulaire dans la Section d'anatomie et de zoologie, M. Maurice Caullery, en remplacement de M. Henneguy, décédé.

M. Caullery, après avoir été Maîttre de Conférences à Lyon, puis Professeur à Marseille, fut appelé, en 1909, à succéder à Liard dans la chaire d'Evolution des êtres organisés à la Faculté des Sciences de Paris. Ses travaux ont porté principalement sur les invertébrés; il a effectué des recherches très étendues sur le parasitisme, la sexualité et l'évolution.

Lorsque M. Caullery succéda à Liard, il y a bientôt vingt ans, il trouva un laboratoire installé d'une façon toute provisoire; il le réorganisa entièrement, le pourvut d'un matériel très complet et très moderne, permettant d'étudier les nombreux problèmes que soulève la biologie générale.

Académie de Médecine. — Ont été élus correspondants nationaux dans la section de médecine : M. d'Astros, Professeur honoraire de clinique infantile à l'Ecole de Médecine de Marseille et M. Merklen, Professeur de clinique médicale à la Faculté de Médecine de Strasbourg.

— L'académie a consacré sa séance du 22 mai à la célébration du troisième centenaire de la découverte de la circulation du sang par W. Harley.

Cinquantenaire scientifique de M. Emile Picard. — Les amis de M. Emile Picard, ses confrères de l'Institut de France, ses collègues, ses élèves et sos admirateurs se sont réunis le 6 mai à la Sorbonne pour fêter son cinquantenaire scientifique. Les discours prononcés au cours de la cérémonie et les adresses envoyées de tous les pays du monde ont été un magnifique hommage rendu à l'éminent savant dont les services honorent non seulement la science, mais aussi la France et l'Humanité tout entière.

L'influence de M. Emile Picard sur les mathématiciens français et sur la jeunesse de nos écoles a été magnifiée par M. Charléty, recteur de l'Université de Paris, par M. Léon Guillet, directeur de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures, par Ch. Maurain, doyen de la Faculté des Sciences, par Mlle Amieux, directrice de l'Ecole normale supérieure des jeunes filles de Sèvres, par M. Vessiot, directeur de l'Ecole Normale Supérieure, par le président de la Société de Mathématiques de France et le président de la Société de Physique, par les représentants de la plupart des universités de France. Le Dr Roux, au nom de la Société des Amis des Sciences, a laissé sentir combien, chez M. Emile Picard, la bonté du cœur s'est alliée aux brillantes qualités de l'esprit. Les Professeurs Fehr, de Genève, de la Vallée Poussin, de Louvain, Wittaker, d'Eddimbourg, de Sitten, de Leyde, les représentants des Universités tchécoslovaques, polonaises et roumaines et les adresses envoyées par un très grand nombre d'Universités étrangères ont montré l'influence mondiale de l'enseignement et des travaux de notre illustre compatriote. M. Vito Volterra, sénateur du royaume d'Italie, au nom du Conseil International de recherches a témoigné de sa haute autorité dans les conseils internationaux. M. René Doumic au nom de l'Académie Française et M. Lacroix au nom de l'Académie des sciences ont montré la grandeur de l'œuvre accomplie par leur confrère dans l'Institut de France. M. Painlevé, Ministre de la Guerre, a apporté à son ancien maître le tribut du Gouvernement.

La *Revue Scientifique* tient, elle aussi, à joindre son hommage d'admiration et de reconnaissance à un de ses plus éminents collaborateurs, au grand Français qui a tant fait pour son pays et pour la Science.

Manufactures de l'Etat. — Ont été nommé Ingénieurs en chef, M. L. Pomey (en remplacement de M. Desbrousses) et M. M.-R. Israel (en remplacement de M. A. Mannheim).

Comité scientifique des poudres et explosifs. — Par décret du 30 mars 1928, un Comité scientifique des poudres et explosifs a été créée par le Ministre de la Guerre. Ce Comité est ainsi composé :

Président : M. Moureu, membre de l'Institut, Professeur au Collège de France.

Membres :

M. Fabry, membre de l'Institut, professeur de physique à la Faculté des Sciences et à l'Ecole Polytechnique.

M. Matignon, membre de l'Institut, professeur de chimie au Collège de France.

M. Urbain, membre de l'Institut, professeur de chimie à la Faculté des Sciences de Paris.

M. Darzens, professeur de chimie à l'Ecole Polytechnique.

M. Job, Professeur de chimie à la Faculté des Sciences de Paris.

M. Langevin, Professeur de physique au Collège de France, Directeur de l'Ecole de Physique et de chimie de la ville de Paris.

M. Pascal, correspondant de l'Institut, Professeur de chimie à la Faculté des Sciences de Paris.

M. l'inspecteur général militaire de 2e classe Desmaroux, directeur du laboratoire central des poudres.

M. l'ingénieur en chef militaire de 1re classe Melard, chef du service technique à la direction des poudres.

M. l'ingénieur en chef de 2e classe Burlot, de la poudrerie de Sevran-Livry.

M. l'ingénieur militaire chimiste de recherches Muraour du laboratoire central des poudres.

M. l'ingénieur général Charbonnier, du cadre de réserve de l'artillerie navale.

M. le général Emery, du cadre de réserve.

M. l'ingénieur en chef de 1re classe Sugot, de l'artillerie navale.

M. le lieutenant-colonel d'artillerie Desmazières, de la Commission des poudres de Versailles.

Est nommé secrétaire du Comité :

M. Courtois, ingénieur de 1re classe, adjoint au chef du service technique de la direction des poudres.

Commission du Codex. — M. Lœper, Professeur de thérapeutique à la Faculté de Médecine de Paris est nommé membre de la Commission.

Comité d'Etudes des Forces hydrauliques. — Le Comité d'Etudes et de Recherches scientifiques pour l'aménagement et l'utilisation des forces hydrauliques, dans sa séance du 26 mars 1928, a émis l'avis qu'un concours soit ouvert pour la réalisation de dispositifs pratiques destinés à assurer la mesure du rendement des turbines en service.

Conformément à cet avis, M. le Ministre des Travaux publics a décidé de réserver une somme de 50.000 fr. sur les crédits mis à sa disposition pour doter ce concours de prix.

Les mémoires donnant la description des dispositifs dont il s'agit, avec toutes pièces utiles à l'appui (croquis, dessins, comptes rendus des résultats obtenus) devront lui être adressés pour le 1er décembre 1928, délai de rigueur, sous le timbre de la Direction de la Voirie routière, des

forces hydrauliques et des Distributions d'énergie électrique (Bureau des Forces hydrauliques).

Conseil supérieur de l'Agriculture. — Un décret du 10 mai 1928 abroge celui du 11 mars 1922 et réorganise le Conseil supérieur de l'Agriculture qui est chargé de donner son avis sur toutes les questions rentrant dans les attributions du Ministère de l'Agriculture.

Le Conseil comprend :

90 membres élus par les Chambres d'Agriculture à raison d'un représentant élu pour chacune des chambres.

90 membres nommés par le Ministre de l'Agriculture et choisis :

45 parmi les notabilités de la pratique agricole, et notamment parmi les membres des offices départementaux agricoles;

45 parmi les notabilités des sciences économiques, sociales ou appliquées à l'Agriculture.

Le mandat des membres est fixé à trois ans. Il est gratuit et peut être renouvelé.

Sont membres de droit du conseil supérieur de l'Agriculture de la section permanente et des sous-commissions de la section permanente :

1° Les anciens ministres de l'agriculture;

2° Les directeurs de l'administration centrale du Ministère de l'agriculture.

Des membres correspondants choisis à raison de 20 au plus dans chacune des catégories des membres nommés par décret prévues à l'article 2 peuvent être appelés à siéger au conseil supérieur avec voix consultative.

Leur nomination ou leur remplacement seront effectués dans les mêmes conditions que pour les membres titulaires.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — Les thèses suivantes pour le doctorat ès-sciences seront soutenues à la Sorbonne :

31 mai. — **M. Quelet** : « *Sur quelques dérivés éthyléniques para-bromés du benzène et leurs combinaisons organomagnésiennes* ».

2 *juin.* — **M. Demtchenko** : « *Sur les cavitations solitaires dans un liquide infini* » et « *Sur l'influence des bords sur le mouvement d'un corps solide dans un liquide* ».

— *Faculté de Médecine.* — Sont nommés Agrégés : Histologie, M. Giroud. — Anatomie pathologique, M. Oberling.

Bourse Louis Liard. — L'Université de Paris a reçu donation d'une somme dont les arrérages doivent servir à constituer, sous le nom de Bourse Louis Liard, une « bourse de voyage » triennale destinée à permettre à son bénéficiaire, appartenant au ressort de l'Académie de Paris, soit de poursuivre des recherches particulières, soit de perfectionner sa culture générale.

Cette bourse est donnée alternativement à un professeur ou étudiant d'enseignement supérieur, à un professeur d'enseignement secondaire (lycée ou collège), à un maître d'enseignement primaire (professeur d'Ecole Normale ou d'Ecole Primaire Supérieure, instituteur).

La dévolution en est faite par le Conseil de l'Université.

Aucune condition autre que le mérite et le talent n'est imposée aux candidats. Toutefois, le Conseil de l'Université sera guidé dans son choix par le souvenir des sentiments qui ont inspiré toute la vie de Louis Liard, « culte passionné de la vérité et de la justice, don entier de soi-même à la chose publique, amour ardent de la patrie ».

La Bourse sera attribuée pour la seconde fois en juin 1928, au taux de 4.000 fr. et affectée à l'enseignement secondaire.

Les dossiers de candidature devront être adressés au Recteur avant le 31 mai 1928.

— *Faculté de Médecine.* — M. Olivier est nommé Agrégé d'anatomie.

— *Faculté de Pharmacie.* — Sont nommés : M. Fleury, Agrégé de pharmacie chimique; M. Bach, Agrégé de Pharmacie galénique.

Muséum National d'Histoire naturelle. — Cours de Paléontologie. — M. Marcellin Boule, Professeur, a commencé son cours le mercredi 9 mai 1928, à trois heures, et le continuera les mercredis et vendredis suivants, à la même heure, dans l'Amphithéâtre des Nouvelles Galeries, rue de Buffon, n° 2.

Après avoir résumé le cours de l'année précédente, le Professeur traitera des Hommes fossiles en dehors de l'Europe.

Des conférences de démonstration auront lieu, dans la Galerie de Paléontologie, à des dates qui seront indiquées ultérieurement.

Le Laboratoire de recherches, rattaché à l'Ecole des Hautes Etudes, est ouvert, tous les jours, de dix heures du matin à six heures du soir.

Institut national agronomique. — M. R. Marquis, Maître de Conférences adjoint à la Faculté des Sciences de Paris est nommé, après concours, Professeur de Chimie organique, en remplacement de M. Demoussy, appelé à d'autres fonctions.

— Deux concours seront ouverts :

1° Le lundi 4 juin, pour la nomination d'un préparateur au laboratoire d'analyses chimiques de l'Institut agronomique;

2° Le mardi 19 juin, pour la nomination d'un répétiteur préparateur des chaires de chimie agricole et de chimie organique.

Le programme de ces concours et les conditions d'inscription seront envoyés aux candidats sur demande adressée au ministre de l'agriculture (direction de l'agriculture, 1er bureau).

Université de Lille. — *Faculté des Sciences.* — La maîtrise de Conférences de chimie appliquée à l'industrie et à l'agriculture est supprimée.

Il est créé un emploi de Chef des travaux de botanique générale et appliquée.

— *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — M. Cordier, Agrégé d'anatomie (Lyon) est nommé Agrégé d'anatomie.

Université de Bordeaux. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — Sont nommés Agrégés :

Médecine, M. Piéchaud. — Ophtalmologie, M. Beauvieux. — Dermatologie et Syphilligraphie, M. Joulia.

Université de Lyon. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — Est nommé Agrégé :

Médecine, M. Gaté.

Université de Montpellier. — *Faculté de Médecine.* — Sont nommés Agrégés :

Médecine, MM. Pagès et Puech.

Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Reims. — Un concours s'ouvrira le 26 novembre 1928 devant la Faculté de Médecine de Nancy pour l'emploi de Professeur suppléant des chaires de pathologie, de clinique chirurgicale et de clinique obstétricale à l'Ecole préparatoire de Reims.

Université d'Alger. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — Est nommé Agrégé :

Chirurgie, M. Ferrari.

Université de Leyde. — Le Sénat de l'Université de Leyde a nommé docteur *honoris causa*, en mathématiques et physique, M. Henri Deslandres, directeur de l'observatoire de Paris et Meudon.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Coup d'œil sur la théorie des déterminants supérieurs dans son état actuel, par Maurice Lecat, avec une préface de A. Buhl, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse. In-8° de VIII+97+99 pages. Maurice Lamertin, libraire-éditeur, Bruxelles, 1927.

Depuis longtemps la théorie des déterminants ordinaires a conquis droit de cité en mathématiques; que ce soit en algèbre ou en analyse, voire même en géométrie ou en physique, les applications de la théorie se sont montrées aussi nombreuses que fécondes; actuellement, il ne se trouverait personne pour contester l'importance de l'étude *in abstracto* des déterminants classiques. Or, cette étude n'est elle-même que le premier chapitre d'une théorie singulièrement plus générale, celle des déterminants supérieurs. Les éléments de ces déterminants se localisent non plus dans un damier, mais dans un clo'sonnement de l'espace à n dimensions : on conçoit donc que la théorie en soit notablement plus ardue que la théorie classique; en fait il ne s'agit pas actuellement d'une généralisation, mais d'une édification nouvelle à laquelle ont collaboré de nombreux chercheurs, depuis Cayley, Sylvester, jusqu'à Scott, Rice et M. Lecat qui s'en est constitué l'infatigable propagandiste.

Pour les recherches touchant à l'hyperespace, l'intuition est un guide, précieux sans doute, mais qui a besoin d'être soutenu par un symbolisme rigoureux et une terminologie précise : l'examen le plus sommaire du nouvel ouvrage de M. Lecat suffira à montrer la richesse du vocabulaire; les néologismes abondent, preuves matérielles de la multitude des notions nouvelles introduites. Il y a là tout un vaste territoire qui recèle encore des régions inexplorées; aussi bien, dans un chapitre spécial, l'Auteur signale-t-il lui-même de nombreux problèmes à résoudre. Observons, en outre, que la notion d'hyperespace s'impose de plus en plus dans les recherches récentes de la physique mathématique : il est donc permis de croire que la théorie des déterminants supérieurs, elle aussi, vient à son heure. Pour cette doctrine difficile, le livre de M. Lecat sera un guide excellent; sans insister sur le détail des démonstrations, il vise à résumer l'essentiel des méthodes et des résultats; de toutes manières il fait de plus grand honneur à la puissance d'abstraction, à la perspicacité et à l'érudition de son Auteur.

René Garnier.

Fonctions hypergéométriques et hypersphériques. Polynomes d'Hermite, par P. Appell, membre de l'Institut, recteur honoraire de l'Académie de Paris, et J. Kampé de Fériet, Professeur à la Faculté des Sciences de Lille. In-4° de VII-434 pages. Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris.

L'ouvrage de MM. Appell et Kampé de Fériet se rapporte à une classe de fonctions qui jouent un grand rôle en Analyse pure et trouvent d'importantes applications en géométrie, en mécanique céleste et en physique. Toutes ces fonctions ont la propriété commune de vérifier des relations *linéaires* de forme simple, ces relations étant d'ailleurs des équations différentielles, des équations aux dérivées partielles ou même, des équations aux différences finies. La plus simple de ces fonctions, la série hypergéométrique à une variable, a été rencontrée tout d'abord par Gauss, puis retrouvée par Riemann, grâce à une méthode synthétique qui ne fait appel qu'aux propriétés les plus simples de la théorie des fonctions. Or, en 1880, M. Appell et M. Picard montraient respectivement qu'on peut étendre la théorie de Gauss et celle de Riemann au champ de deux variables; leurs travaux furent l'origine de toute une suite de recherches, qui ont eu pour objet l'étude des fonctions nouvelles, de leurs généralisations et de leurs dégénérescences : l'exposé de ces recherches constitue la première partie de l'ouvrage.

A un autre point de vue, on se trouve ramené aux fonctions hypergéométriques d'une variable par l'étude des polynomes qui vérifient sur la sphère l'équation de Laplace; cette remarque a été le point de départ des recherches de M. Kampé de Fériet, qui ont relié le cas de l'hyperespace aux fonctions hypergéométriques de deux variables; aux polynomes précédents ou peut encore rattacher, par un passage à la limite, approprié, les polynomes H d'Hermite, à une ou plusieurs variables. L'étude de ces fonctions et de ces polynomes remplit les deux dernières parties de l'ouvrage. Un appendice traite de diverses recherches annexes, et notamment des travaux de Birkeland sur la résolution des équations algébriques par les fonctions hypergéométriques. Enfin, une bibliographie étendue termine le volume.

Il nous paraît superflu d'insister sur la précision et la netteté de la rédaction : elles permettront au lecteur de suivre sans effort le développement des plus longs calculs. Ajoutons que la disposition typographique est absolument impeccable : malgré la complication des formules, la Maison Gauthier-Villars est parvenue à rendre, en quelque sorte, tangibles les idées d'ordre et de symétrie qui se dégagent de la théorie.

René Garnier.

Les méthodes modernes d'éclairage. Technique et utilisation de la lumière, par M. Metz, Ingénieur diplômé de l'Ecole supérieure d'Electricité, Ingénieur à la Compagnie des Lampes. In-8° de 140 pages avec figures. Librairie de l'Enseignement technique. Paris. — Prix : 15 francs.

Après une longue période de stagnation, la technique de l'éclairage fait maintenant de rapides progrès. L'impulsion vient des Etats-Unis. On s'est enfin avisé qu'il ne suffisait pas, pour éclairer rationnellement une salle, d'y mettre un nombre de *bougies* proportionnel à son volume. Il faut obtenir une égale répartition de la lumière, déterminer le nombre de lampes susceptible de donner le meilleur rendement, et surtout éviter l'éblouissement, qui fatigue et diminue la vision. Le problème est complexe. L'ingénieur *éclairagiste* doit être, à la fois, un électricien, un physiologiste et aussi, un peu, un artiste.

Le livre de M. Wetzel expose les principes de cette technique nouvelle. Il est clair, abondamment illustré et contient des renseignements fort intéressants. On ne peut qu'en recommander la lecture.

F. Michaud.

Le Gérant : M. Hénon

Imp. P. et A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 11 — 66e ANNÉE — 9 JUIN 1928

APERÇU SUR LA MÉCANIQUE CÉLESTE

par Jean **BOCCARDI**
Correspondant du Bureau des Longitudes

I

Quand on relit les longues et parfois violentes discussions qui ont eu lieu avant l'acceptation universelle du système copernicain, on constate que revient toujours l'argument tiré de la simplicité merveilleuse de ce système en comparaison de la complication du système ptolémaïque et des nouveaux artifices géométriques qu'exigeait la découverte de nouvelles anomalies (inégalités) dans les mouvements des astres. On connaît l'exclamation du roi astronome Alphonse X de Castille : « *Si j'avais dû créer le monde, je l'aurais disposé bien plus simplement* ». Mais je demande quel serait l'étonnement, la désillusion de Galilée et de tous les savants qui ont lutté pour faire triompher la simplicité du système de Copernic, s'ils voyaient la complication énorme des théories et des tables qu'on est obligé d'employer aujourd'hui dans la Mécanique céleste, pour pouvoir prévoir les positions des planètes et de leurs satellites, quelques années à l'avance. Il est probable que ces savants, qui croyaient si simple de prévoir la disposition relative de ces astres, s'écrieraient : *Ergo in vacuum laboravimus*, c'est en vain que nous avons démoli l'échafaudage des cycles et des épicycles, des déférents, etc... !

Et toutefois, la Mécanique céleste n'en reste pas moins le plus superbe édifice qu'ait créé l'intelligence humaine ! Galilée n'apporta pas beaucoup d'attention au fait si capital de la découverte des trois lois qui, en première approximation, régissent les mouvements des planètes autour du Soleil, lois que Képler venait de découvrir. Pour Galilée — qui cependant avait apporté une large contribution à la mécanique rationnelle — les mouvements des astres de notre système n'offraient, comme du temps des astronomes de la Grèce, que des problèmes de géométrie. Newton, profitant de tout ce qui avait été fait avant lui pour établir dans le Soleil une loi réglant les mouvements des planètes, introduisit la mécanique dans l'astronomie, formula la loi de la gravitation universelle et l'illustra, quoique d'une manière très compliquée, dans son immortel ouvrage des *Principia philosophiæ naturalis*.

On pourrait dire que la loi de Newton était comme une arme à deux tranchants, dangereuse à manier. En effet, si tout ensemble d'éléments matériels attire les autres dans le rapport direct des masses et dans le rapport inverse des carrés des distances, on ne peut plus se borner à considérer le Soleil comme le siège unique des forces qui règlent les mouvements des planètes, mais on doit avoir égard aux attractions que les planètes exercent les unes sur les autres,

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

toujours suivant la loi de la pesanteur universelle, ce qui donne lieu aux *perturbations* ou *inégalités* des mouvements de tous les astres de notre système, y compris les satellites et les comètes. Donc, après avoir calculé la position d'un de ces astres dans la conique képlérienne qu'il décrirait si des perturbations n'existaient pas, il faut apporter, pour ainsi dire, à cette règle, autant d'exceptions qu'il y a de perturbations. Le nombre en devient formidable pour quelques astres ; pour la Lune il dépasse 1.500 !

On peut distinguer, dans le chemin brillant de gloire qu'a parcouru la Mécanique céleste depuis Newton, trois étapes. Dans la première on s'est occupé surtout de bien établir la loi de gravitation et de la faire triompher sur les autres hypothèses ; dans la seconde, on a laissé complètement de côté les méthodes géométriques, qui ne pouvaient mener bien loin, et sur la base de l'analyse infinitésimale et de la mécanique analytique on a élevé l'édifice merveilleux de la Mécanique céleste, tel qu'il est sorti des mains de Laplace. Tandis que dans la première étape on invoquait l'intervention divine pour rétablir l'ordre dans notre système, toutes les fois qu'un dérangement se serait produit, dans la seconde étape on a cru démontrer que notre système se suffit à lui-même, étant doué d'une *stabilité absolue*. Dans la troisième étape, commencée il y a 60 ou 70 ans, on a fait la révision générale des méthodes et des démonstrations de la Mécanique céleste classique, on a proposé de nouvelles méthodes dont on a examiné la portée, la validité, et pour ce qui est de la stabilité du système planétaire, on a formulé quelques réserves ; ainsi s'est-on plu à approfondir les cas hypothétiques du choc de deux ou plusieurs corps de notre système.

Dans le présent aperçu nous parcourrons rapidement ces étapes, et nous constaterons une fois de plus que l'homme est un être imparfait, incomplet. Cette fois ce ne seront pas les défaillances et les chutes ou erreurs de l'homme qui nous forceront d'en reconnaître la faiblesse, mais ses productions même grandioses et ses triomphes. N'importe quel génie ne réussit pas toujours et partout, il n'a pas des aptitudes pour toutes choses, ses facultés le portent vers telle direction ou vers telle autre ; aussi les savants se complètent les uns les autres, de sorte que pour atteindre le résultat complet de posséder sur un sujet scientifique une théorie complète de tout point et ses applications numériques, il faut réunir les efforts, les recherches, les travaux de plusieurs. En Mécanique céleste on rencontre des géomètres, des analystes qui se passionnent pour la théorie, sans trop envisager les conditions réelles du système du monde ; on rencontre aussi des esprits très pratiques, qui veulent tout mesurer et peser, en réduisant en tables les conclusions de chaque théorie. La différence n'est pas aussi tranchée que nous venons de le dire, mais dans l'œuvre théorique ou pratique de tout travailleur, on découvre les traces de ces aptitudes mentales si différentes.

II

Sans diminuer aucunement le mérite des grands génies qui ont enrichi de leurs découvertes le patrimoine scientifique de l'humanité, on doit reconnaître et avouer qu'ordinairement les grandes découvertes, à un moment donné, sont, pour ainsi dire, dans l'air ; ce sont comme autant de fruits mûrs que les savants cueillent de leurs mains. Ainsi Képler, avant Newton, avait-il essayé d'expliquer les mouvements des planètes autour du Soleil par l'émission *d'espèces immatérielles* (1) douées d'une activité décroissante en raison des distances ; Halley, Wren et Hook en combinant le théorème de Huyghens sur la force centrifuge, avec la troisième loi de Képler, avaient été amenés à la conclusion que la tendance des planètes vers le Soleil est *réciproque aux carrés de leurs distances*.

Enfin, Newton apparaît, et dans ses *Principia* il établit une foule de propositions, en employant une centaine de pages là où nous en écrivons une, pour démontrer, d'après les lois de Képler, l'existence de la loi de la gravitation universelle et pour résoudre le problème inverse, qui consiste à retrouver les lois de Képler, la loi de l'attraction réciproque au carré de la distance une fois admise. Les autres avaient envisagé des orbites circulaires, Newton démontra que toutes les trois coniques peuvent être parcourues par les astres attirés par le Soleil. En élargissant ainsi le champ de Képler, il expliqua le mouvement des comètes et donna même une méthode pour la détermination de leurs orbites d'après les observations. Cette méthode fut appliquée à 24 comètes par Halley, qui put ainsi prédire le retour de la comète qui porte son nom.

Il ne faut pas oublier qu'un savant napolitain, Alphonse Borelli, 18 ans avant Doerfel et 20 ans avant Newton, avait expliqué le mouvement des comètes dans des ellipses très allongées, qui se confondent presque avec des paraboles dans le petit arc embrassé par les observations, eu égard au degré de précision de ces dernières.

Le génie mathématique de Newton le porta à étudier toutes les conséquences de la loi qu'il venait de découvrir; aussi appliqua-t-il à la Lune le problème qui, un siècle plus tard, fut appelé

(1) C'est-à-dire d'émanations, de flots, etc.

des trois corps. Il ne l'appliqua pas aux planètes, sauf pour essayer d'expliquer des anomalies dans les mouvements de Jupiter et de Saturne ; mais ses conclusions étaient tout à fait erronées. A ce sujet Laplace a écrit avec raison « qu'il ne faut adopter qu'avec une « extrême réserve les aperçus les plus vraisem- « blables, tant qu'ils ne sont point vérifiés par « des preuves décisives. »

Newton s'occupa aussi, toujours géométriquement, de la figure des planètes et des phénomènes des marées. Or, on peut se demander si dans l'œuvre immense de ce grand géomètre on retrouve l'une ou l'autre des deux tendances de l'esprit, dont nous avons parlé ci-dessus. Eh bien ! en Newton on admire le mathématicien profond, qui a des idées géniales, des intuitions ; on ne peut admirer dans la même mesure le savant pratique, le calculateur exercé. Ce que nous venons de dire au sujet des mouvements de Jupiter et de Saturne, aussi bien que l'aplatissement énorme qu'il trouve pour la Terre, le mouvement erroné du périgée lunaire, et une foule d'autres mécomptes suffisent pour nous faire classer Newton parmi les théoriciens. Malgré ses belles conceptions géométriques, aujourd'hui on l'appellerait un analyste, comme Euler, Lagrange et Cauchy (1). Quand on pense qu'il s'est occupé d'une nutation solaire insignifiante et qu'il ne s'est pas aperçu de la grande nutation lunaire, que Bradley devait découvrir plus tard par l'observation, on peut dire que l'illustre professeur de Cambridge possédait le *sens analytique*, mais qu'il ne brillait pas par *son sens numérique*.

Dans la première étape de la Mécanique céleste, toute l'attention était dirigée vers le but d'établir sur des bases inébranlables la loi de la pesanteur universelle. Newton n'eut pas de continuateurs immédiats de son œuvre en Angleterre. On eût dit que ce pays s'était épuisé à produire ce génie. Les mathématiciens et les astronomes anglais, pendant 60 ans après la publication des *Principia*, ne firent qu'expliquer ses idées et ajouter des preuves de la gravitation par l'observation. D'ailleurs, même en France, en Allemagne, en Italie, les théories de Newton n'entrèrent que très tard dans l'enseignement. Avec Euler, Clairaut et D'Alembert la méthode analytique entre dans le domaine de l'astronomie théorique. On avait compris que les procédés géométriques, si chers à Newton, ne pouvaient mener bien loin dans cette direction.

Malgré les disputes interminables entre Clairaut et D'Alembert sur la priorité du premier essai de calcul des perturbations planétaires, les trois grands mémoires d'Euler, couronnés par l'Académie des sciences, n'en restent pas moins la preuve que celui qui a effectivement *créé* par ses conceptions d'analyse infinitésimale est Euler. Dans le cinquième volume de la Mécanique céleste de Laplace on voit avec quelle admiration ce génie français parle du grand génie suisse. Laplace déclare : « C'est à la pre- « mière pièce d'Euler sur les mouvements de « Jupiter et de Saturne, qu'il faut rapporter « les premières recherches sur les perturbations « des mouvements planétaires. » Sans doute, les éléments de l'orbite employés par Euler n'étaient pas les plus commodes ; il n'introduisit pas la latitude parmi les coordonnées de la planète, mais entre les quatre coordonnées-éléments dont il fait usage, il établit quatre équations différentielles propres aux approximations.

Dans le calcul de l'inégalité de la longitude de Saturne — comme cela lui arrivait souvent — Euler commit de graves erreurs matérielles, qui le firent douter un peu de l'exactitude de la loi de Newton. Un peu plus tard, Clairaut, ayant trouvé par l'analyse (comme Newton l'avait fait par la géométrie) pour la variation du périgée lunaire seulement la moitié de la valeur que donnait l'observation, en vint, lui aussi, à proposer à l'Académie d'ajouter un petit terme correctif à l'exposant 2 de la loi de Newton ; mais ensuite en complétant la série, Clairaut reconnut son erreur et l'exactitude de la loi de Newton. De son côté, Euler reconnut ses erreurs et n'eut plus de doute sur le même sujet. Le moyen employé par Euler pour obtenir des intégrales sans arcs de cercle est déclaré par Laplace *très ingénieux et peut-être le plus direct et le plus simple que l'on puisse imaginer*. Ce moyen revient à supposer une double excentricité à l'orbite. Plus tard, Lagrange s'est occupé de la même question, mais d'une manière un peu moins simple.

Toujours dans la théorie de Jupiter et de Saturne, Euler en vient à admettre dans les mouvements des périgées de ces planètes une inégalité de la durée de trente mille ans, que les recherches postérieures ont montrée tout à fait inexistante. C'était le côté faible de ce grand géomètre. Il avait de grandes intuitions, il savait se servir admirablement de l'analyse qui lui devait des progrès très remarquables ; mais il n'était pas heureux dans ses calculs. Le mauvais état de sa vue peut excuser en partie ces erreurs ; et cependant, à Léningrad, quand il s'aperçut qu'il avait perdu un œil, par un travail excessif, il se consola en disant : *Je calculerai avec moins de distractions !*

Euler a été un précurseur. La méthode de calculer les perturbations des planètes par la *variation des éléments ou des constantes*, qui, entre

(1) On ignore, généralement, que Cauchy s'est occupé aussi de la Mécanique céleste, par exemple, en donnant une méthode pour le calcul des inégalités à longue période.

les mains de Lagrange, devait devenir un moyen général de recherche pour une foule de questions de mécanique, fut appliquée longtemps à l'avance par Euler, quoique d'une manière incomplète. Euler étudia à fond le mouvement de rotation d'un corps rigide. Pour la Terre, il décrivit le cycle de 304 jours, qui porte son nom et qui a inspiré les belles recherches sur les variations des latitudes, qui sont à l'ordre du jour. On doit à ce grand géomètre deux théories analytiques du mouvement de la Lune, on pourrait même dire trois. Chose étonnante ! Quand il composa la deuxième il était complètement aveugle et il dictait par cœur les formules et leurs développements. Or, même dans la théorie de la Lune, Euler a été un précurseur; par exemple, en introduisant les coordonnées rectangulaires, dont plus d'un siècle plus tard Hill, et après lui Brown, ont tiré le meilleur parti, ce dernier en nous donnant la plus parfaite théorie de la Lune que nous possédions.

La mentalité scientifique de Clairaut était différente. Sans doute il savait manier parfaitement les moyens analytiques, mais dans ses recherches il envisageait plutôt les applications numériques. Chez lui on constate un peu moins d'envergure dans les conceptions, mais plus de précision dans les calculs. Tandis que D'Alembert, dans sa courte théorie de la Lune, pousse plus loin les développements algébriques, sans descendre aux applications numériques, Clairaut applique assitôt ses formules en poussant ses calculs presque jusqu'à rendre possible la construction de tables lunaires. Toutefois, la méthode de D'Alembert pour s'approcher de l'orbite modifiée est beaucoup plus logique. Il introduit dès la première approximation une partie de l'action du Soleil. D'Alembert montre aussi comment on peut éviter des termes croissant continuellement avec le temps ; il donne une méthode directe pour obtenir la première approximation ; enfin il est le premier qui ait appelé l'attention des astronomes sur ce fait capital que l'étude de la convergence des séries qu'ils emploient ne doit pas être négligée. Par là il était le précurseur de H. Poincaré. Enfin, le *principe de D'Alembert*, qui permet de ramener à des questions de statique les recherches sur les mouvements des corps, est un de ses plus beaux titres de gloire.

Ce qu'on peut reprocher à D'Alembert, même dans son œuvre de simple analyste, est de n'avoir pas apporté dans les développements des théories et dans l'établissement de ses formules, le même soin, la même clarté et élégance que l'on admire dans ses écrits de philosophie et de littérature. Chérissait-il ces champs de l'activité intellectuelle ? En tout cas ses recherches sur les perturbations planétaires et celles encore plus fécondes sur la précession des équinoxes lui assurent une place distinguée parmi les continuateurs de l'œuvre de Newton.

Clairaut a également à son actif ses élégantes recherches sur la *figure* de la Terre qui ont servi de base à tous les travaux postérieurs. On pourrait trouver une autre preuve de la différence entre l'esprit scientifique de Clairaut et celui d'Euler, dans l'exclamation désespérée du premier de ces savants devant les équations différentielles du problème des trois corps : *Et maintenant, intègre qui pourra !* Le géomètre français ne voulut pas faire des efforts pour trouver une solution de ce problème, du moins dans des cas particuliers. La patience lui manqua et il chercha aussitôt des moyens d'intégration approchée. Au contraire, Euler ne se découragea pas et il résolut le problème des trois corps dans le cas particulier où ils sont toujours en ligne droite. Le défi de Clairaut fut recueilli par un géomètre plus grand et plus patient, Lagrange, qui réduisit la solution à l'intégration d'un système du 6e ordre et ajouta un autre cas particulier dans lequel le problème des trois corps peut avoir une solution rigoureuse.

Un fait remarquable est que, malgré les solutions approchées du problème des perturbations planétaires et du problème lunaire, ces recherches ne donnèrent pas lieu à la construction de tables numériques donnant les positions des planètes. Aussi les astronomes observateurs n'eurent à leur disposition que les tables solaires de La Caille et les tables de Mayer pour la Lune. Donc, la première étape de la Mécanique céleste consista à mettre hors de doute l'exactitude de la loi de Newton. A cette époque on n'avaït pas la prétention de croire que l'on pourrait éliminer l'empirisme des tables des astres de notre système, et que la simple théorie pourrait suffire à en établir les positions avec la même précision que les observations.

III

Nous arrivons à la période qu'on pourrait appeler héroïque de la Mécanique céleste. C'est une marche triomphale à travers des découvertes et des inventions. Deux grands génies se dressent devant nous, Lagrange et Laplace, et cependant leurs aptitudes de l'esprit étaient bien différentes. On pourrait dire qu'ils ne se ressemblent que par la puissance de leur génie. Leur carrière très longue leur permit de produire beaucoup et de laisser dans la Mécanique céleste des traces ineffaçables. Pendant 40 ans les savants du monde entier assistèrent à la plus noble des émulations, car dès que Lagrange avec son intuition de profond analyste, ouvrait une voie et y faisait les premiers pas, Laplace s'engageait dans la même voie avec ses ressources d'esprit plus pratique, et allait aussi loin

qu'il était possible dans les applications de la Mécanique céleste ; et d'autre part, quand Laplace faisait quelque importante découverte dans la théorie du système du monde, Lagrange en élargissait le cadre en s'élevant aux hauteurs de l'analyse ou de la mécanique analytique en général.

Nous venons de caractériser l'œuvre de ces savants. Lagrange préférait les grands aperçus et n'aimait pas à descendre dans les détails ; aussi plus d'une découverte lui a échappé lorsqu'il y passait à côté ; Laplace toujours préoccupé des applications des théories analytiques au système du monde, voyait aussitôt quel parti on pouvait tirer des conceptions générales. Ce n'est pas qu'il n'ait pas créé des théories ; par exemple, la *fonction perturbatrice* dans la *Mécanique céleste*, la *fonction génératrice* dans la *Théorie des probabilités* lui sont dues.

Nous avons vu que Euler fut le premier à inventer la méthode de la variation des constantes, qui permet de calculer chacun des éléments de l'orbite troublée au moyen de simples quadratures mécaniques, n'exigeant que des substitutions numériques ; mais Lagrange a retrouvé de lui-même cette méthode et lui a donné une forme générale et élégante. De Pontécoulant a écrit que *Lagrange n'a rien dû qu'à son génie ;* toutefois, cette affirmation me paraît exagérée.

Après ces idées générales, nous devrions passer en revue les découvertes de Lagrange et de Laplace, mais cet exposé nous ménerait trop loin ; aussi nous bornerons-nous aux recherches les plus remarquables. Lagrange s'occupa du problème des trois corps. Lorsqu'on suppose ces corps sphériques et composés de couches homogènes — ce qui ne s'éloigne pas beaucoup du cas des corps de notre système solaire — on ramène le problème des trois corps à celui de trois points dans lesquels on peut supposer condensées les masses m, m', m'' des trois corps. En rapportant ces points à un système de trois axes fixes perpendiculaires entre eux, on a les coordonnées x, y, z ; x', y', z' ; x'', y'', z''. Les différences secondes des coordonnées, divisées par le carré du temps dt, supposé constant, doivent être égalées une à une aux attractions réciproques des trois corps décomposées suivant les trois axes. Nous n'écrirons qu'une seule des neuf équations différentielles du second ordre que l'on devrait intégrer dans le problème des trois corps :

$$\frac{d^2x}{dt^2} + (m + m' + m'')\frac{x}{r^3} - m\left(\frac{x}{r^3} + \frac{x'}{r'^3} + \frac{x''}{r''^3}\right) = 0$$

L'intégration complète exigerait 18 intégrales finies, il faudrait connaître 18 constantes arbitraires, qui seraient déterminées par les coordonnées initiales de chaque corps et par ses vitesses initiales suivant ces coordonnées. Quand on connaît les 10 intégrales relatives au centre de masse, aux aires et à la force vive, il reste toujours à chercher 8 intégrales.

Pendant 150 ans les géomètres ont cherché vainement la solution rigoureuse de ce problème. En désespoir de cause, on l'avait même déclaré insoluble par les moyens *actuels* de l'analyse. De son côté, Poincaré avait déclaré que si jamais on arrivait à le résoudre, ce serait avec des complications énormes de formules. Cette prophétie ne s'est pas réalisée. En 1911, un mathématicien et astronome d'Helsingfors, M. Sundman, résolvait — théoriquement — le problème des trois corps, qui avait résisté aux efforts de tant de géomètres, par de *simples changements de variables !* Or, parmi les nombreux savants qui se sont occupés de ce problème avant Sundman, il n'y a que Lagrange qui ait fait faire un pas décisif en avant. Les autres n'ont fait que modifier la solution — mieux, la simplification — du grand géomètre, ou bien ont envisagé des cas particuliers, ou même encore discuté la valeur des solutions approchées.

Lagrange eut l'heureuse idée de dédoubler le problème. Il s'occupa d'abord de la détermination des côtés du triangle formé par les trois points matériels, c'est-à-dire la délimitation de la configuration du système. Quand on a résolu ce problème, on peut obtenir les coordonnées des trois corps dans l'espace par trois quadratures. Par conséquent toute la difficulté consiste à résoudre le premier problème. Lagrange fait voir qu'il dépend de l'intégration de deux équations différentielles du 2e ordre et d'une équation du 3e ordre. Dans ces équations il entre la constante de l'énergie et une combinaison des constantes des aires. Si l'on pouvait intégrer les équations susdites on obtiendrait les trois distances entre les trois corps en fonction du temps et de neuf constantes arbitraires. A la vérité, Lagrange ne donne pas le système définitif des équations entre les seules distances ; mais on constate que le système différentiel est du 7e ordre et ne contient pas explicitement le temps ; donc on est amené en définitive à un système du 6e ordre. On aurait introduit neuf constantes. Si l'on parvenait à intégrer ce système, il resterait la seconde partie du problème général, qui consiste à déterminer les deux constantes nécessaires pour fixer le plan des trois points dans l'espace, et enfin une dernière constante pour fixer l'orientation du triangle dans ce plan. On aurait donc trois autres constantes. Le problème général exige donc 12 constantes.

On voit que Lagrange a fait faire un grand pas au problème des trois corps. Celui-ci aurait exigé 18 intégrales, dont on n'en connaîtrait que 10. Il resterait à faire 8 intégrations. La-

grange a donc fait l'une de ces intégrations que Clairaut croyait impossibles.

Dans la seconde partie de son mémoire, Lagrange se propose de trouver les cas dans lesquels la solution du problème des trois corps est possible. Ce sont les cas où les distances entre les trois corps, ou bien leurs rapports, restent constants pendant toute la durée du mouvement. Il retrouve le cas envisagé par Euler, où les trois corps sont toujours en ligne droite et il y ajoute le cas où les trois corps sont toujours aux sommets d'un triangle équilatéral. Ce cas, qui paraissait tout à fait hypothétique, a été retrouvé effectivement dans les six petites planètes du *groupe trojan*, dont le moyen mouvement est à peu près égal à celui de Jupiter. Effectivement ces planètes ont été trouvées dans la position que la théorie indiquait comme nécessaire pour leur stabilité. Encore une fois on a constaté que des recherches qui paraissent ne devoir jamais servir dans la pratique, à un moment donné deviennent utiles.

Puisque la résolution rigoureuse du problème des trois corps ne parut pas possible à Lagrange, ce grand géomètre s'appliqua à substituer une analyse uniforme aux différentes méthodes proposées par ses devanciers pour le calcul des perturbations planétaires, par des approximations successives. Les développements des perturbations en série montrent dès le début une double forme, dont l'une contient le temps dans les arguments des formules trigonométriques sinus et cosinus ; l'autre contient le temps aussi en dehors des arguments, c'est-à-dire des arcs auxquels correspondent ces sinus et cosinus.

Aujourd'hui on sait qu'il y a des termes de la forme At^p, où A est une constante au moins de l'ordre des masses perturbatrices (qui sont de très petites fractions, la masse du Soleil étant prise pour l'unité), t représente le temps (années, siècles, etc.) et p est un nombre entier positif. Les termes ayant cette forme sont appelés *séculaires*.

Il y a des termes de la forme

$$A^{sin}_{cos}(\alpha t + \beta),$$

ce sont les termes *périodiques*.

Enfin, il existe des termes de la forme

$$At^{sin}_{cos}(\alpha t + \beta),$$

ce sont les termes *mixtes*.

Tous les éléments des orbites planétaires sont assujettis à des variations qui s'accumulent avec les siècles, sauf la distance moyenne au Soleil, a, qui est liée au moyen mouvement, n, par la relation très simple

$$a^3 n^2 = k(1 + m),$$

dans laquelle k est la constante de l'attraction, dite la *constante de Gauss*, dont la valeur est égale à

en arc	*en parties du rayon*
3548'',18761	0,01720209895

Le théorème de *l'invariabilité des grands axes* ou des moyens mouvements fut découvert par Laplace, qui y fut amené progressivement par ses recherches numériques sur les inégalités de Jupiter et de Saturne. Toutefois, dans le mémoire qu'il présenta à l'Académie des sciences en 1773 (paru en 1776) ce théorème reste presque noyé dans une foule d'autres recherches. Lagrange s'occupant toujours de recherches théoriques, trouva de son côté ce théorème et l'énonça avec l'assurance et la limpidité qui lui étaient propres.

Cela explique comment on a pu attribuer tantôt à Laplace tantôt à Lagrange la découverte de ce grand théorème. La discussion sur la priorité, quoique faite avec la plus grande courtoisie académique, ne ressort pas moins dans les écrits de ces deux géomètres. De Pontécoulant affirme que Lagrange découvrit ce beau théorème ; ce qui s'accorde avec son affirmation que *Lagrange n'a rien dû qu'à son génie.*

Laplace (*Mécanique céleste*, V) dit qu'après avoir constaté numériquement l'absence de termes séculaires dans les moyens mouvements de Jupiter et de Saturne, il passa aux formules générales et découvrit *l'invariabilité des grands axes lorsqu'on néglige dans le développement de la fonction perturbatrice, les carrés et les produits des moyens et des produits de quatre dimensions des excentricités et des inclinaisons des orbites.*

En effet, les puissances impaires de ces deux éléments n'entrent pas dans l'expression analytique de l'inégalité du moyen mouvement.

Lagrange, de son côté, fit voir que le théorème est vrai même lorsqu'on a égard à toutes les puissances de e et de i.

En 1808, Poisson étendit le théorème de l'invariabilité même au cas où l'on tient compte des termes du second degré (m^2, mm'). En 1816 il crut pouvoir établir ce théorème même lorsqu'on a égard aux troisièmes puissances ; mais son analyse est erronée dans ce cas. Nous verrons dans la suite la portée du théorème de Poisson ; en tout cas, Laplace (*Mécanique céleste*, V) fait les plus grands éloges de ce jeune mathématicien.

L'étude de la figure des planètes occupa longuement Laplace (1). De son côté Lagrange fit la théorie du mouvement de rotation de la Lune, en retrouvant analytiquement les *libra-tions* que D. Cassini avait découvertes par l'ob-

(1) H. Poincaré a récemment étudié d'autres figures d'équilibre très intéressantes.

servation. Il s'occupa aussi des variations séculaires de l'inclinaison et de la longitude du nœud. Par un heureux choix de variables il ramena le problème à l'intégration d'un système d'équations différentielles linéaires, intégration que l'on sait faire. Laplace étendit ce résultat à l'excentricité et à la longitude du périhélie, ce qui l'amena à découvrir cet autre théorème important : *les variations séculaires des inclinaisons et des excentricités des orbites planétaires resteront toujours renfermées dans d'étroites limites.*

Ici encore ce fut Laplace qui répondit au *desideratum* exprimé par Lagrange, qui avait démontré d'une manière incomplète ce théorème en employant pour les masses des planètes alors connues des valeurs inexactes. Laplace montra que quelles que soient les valeurs des masses, pourvu que les planètes tournent toutes dans le même sens, les excentricités de leurs orbites resteront toujours petites.

Tous ces résultats ont été revus et discutés plus tard ; nous en dirons un mot dans l'article suivant. (*A suivre.*)

LE CONTROLE DE LA FÉCONDATION DES REINES D'ABEILLES

par **M. GIRAUX**
Ingénieur-Agronome

L'accouplement des sexes, chez l'abeille domestique, se produisant en plein vol, échappe à tout contrôle de la part de l'homme. Toutes les tentatives qui ont été faites pour obliger des reines à s'accoupler à des mâles choisis, dans un espace clos, ont en effet pratiquement échoué. De ce fait, l'apiculteur qui cherche à sélectionner ses abeilles se heurte à un très grand obstacle ; il peut évidemment faire élever des reines par sa colonie reproductrice, mais il ne peut les faire féconder par des mâles de son choix. En somme, il n'est libre de choisir qu'un des reproducteurs, et les soins qu'il prend pour sélectionner de bonnes reines peuvent être bien mal récompensés, puisque celles-ci peuvent s'accoupler à de faux-bourdons (mâles) absolument quelconques. On prétend, il est vrai, que lors du vol nuptial, la reine est poursuivie par de nombreux mâles, et que c'est le plus vigoureux qui réussit à s'accoupler avec elle. Cela peut être vrai, mais en partie seulement, et le hasard doit jouer également un grand rôle. Quoi qu'il en soit, l'éleveur ne doit pas compter sur ce facteur, surtout s'il cherche à conserver une race pure dans une région où, comme c'est souvent le cas, se rencontrent plusieurs races d'abeilles.

Pour les raisons que nous venons d'indiquer, l'amélioration de l'abeille n'a fait que de lents progrès (1). Aussi, depuis longtemps, les apiculteurs, praticiens et savants, ont-ils cherché un moyen permettant d'assurer le contrôle de la fécondation des reines. C'est le naturaliste génevois François Huber, célèbre par ses observations sur les abeilles qui, à l'instigation de son ami Bonnet, fit en 1791 la première tentative de ce genre. Il introduisit dans le vagin d'une reine vierge, au moyen d'un pinceau très fin, du liquide séminal d'un mâle. Son expérience échoua. Depuis, les essais de tous genres se sont multipliés; mais ce n'est que tout récemment, en 1926, qu'un auteur américain, Lloyd R. Watson, a apporté une solution définitive à ce délicat problème.

Dans la présente étude, nous allons examiner les nombreux moyens qui ont été mis en œuvre par ses prédécesseurs et par lui-même pour assurer la fécondation d'une reine par un mâle choisi à cet effet.

Ces procédés peuvent se classer en plusieurs rubriques :

1° Sélection des mâles dans le rucher d'élevage.

2° Réalisations de conditions diverses permettant la fécondation à *l'air libre* des reines par des mâles provenant de la colonie choisie à cet effet.

3° Limitation du rayon de vol des reines.

4° Essais de fécondation en espace clos.

5° Méthodes indirectes.

6° Fécondation forcée : introduction, à la main, du pénis d'un mâle dans le vagin d'une reine.

7° Fécondation artificielle par injection du sperme dans le vagin de la reine.

I. — Sélection des mâles.

La première idée qui vient à l'esprit, lorsqu'on se trouve placé devant le problème qui

(a) Cependant, malgré les difficultés du problème, les éleveurs américains ont réussi à sélectionner et à fixer une race d'abeilles entièrement jaunes (« golden bees », abeilles dorées).

vient d'être posé, est de ne conserver dans le rucher que des mâles provenant de colonies de choix avec lesquels les reines auront toutes les chances de s'accoupler. La chose est techniquement possible ; il suffit de mettre à la disposition de la colonie choisie pour la production des faux-bourdons quelques rayons à grandes cellules (on sait que les mâles, chez l'abeille, sont élevés dans des cellules plus grandes que celles où se développent les ouvrières). De plus, on ne donne aux autres colonies que des rayons à cel-

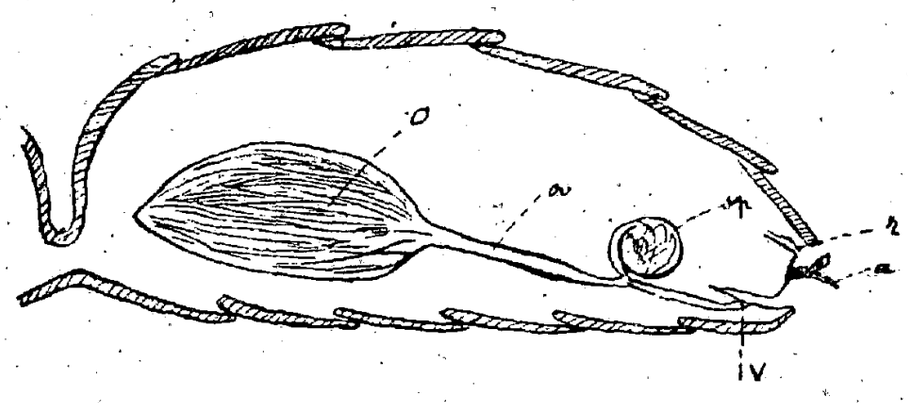


Fig. 138. — Appareil génital de la reine

lules d'ouvrières, et comme, malgré tout, ces rayons peuvent contenir quelques grandes cellules, on place devant l'entrée de ces ruches des pièges à mâles, c'est-à-dire de simples boîtes en tôle perforée dont les perforations ont des di-

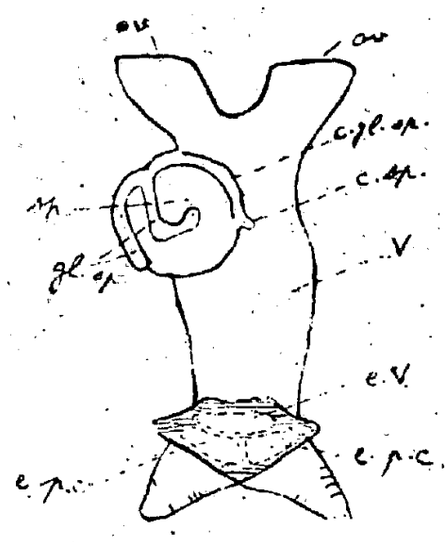


Fig. 139. — Vagin de la reine
Vue dorsale (aiguillon et toutes les autres parties enlevées)
(d'après G. D. Schafer)

o, ovaire; *ov*, oviducte; *sp*, sparmathèque; *V*, vagin; *r*, rectum; *a*, aiguillon; *gl sp*. glandes tubulaires accessoires de la spermathèque; *c.sp*, canal de la spermathèque; *c.gl.sp*, canal des gl sp; *e V*, entrée du vagin; *e.p.c*, entrée des poches copulatrices.

mensions telles que les ouvrières peuvent passer à travers, mais que les faux-bourdons sont retenus en raison de leur plus grosse taille. En réalité, la chose n'est pas aussi simple qu'il apparaît à première vue, car il sera toujours très difficile d'éliminer tous les mâles indésirables. En outre, il faut compter avec ceux provenant des ruchers voisins où des colonies sauvages.

Pour ces deux raisons, les mesures qu'on peut prendre pour la sélection des faux-bourdons s'avèrent tout à fait insuffisantes dans la pratique. Une année, nous possédions une colonie de race dorée et nous lui avions fait produire un grand nombre de mâles avec l'espoir qu'ils féconderaient la majorité de nos reines. Ces faux-bourdons dorés étaient à beaucoup près les plus nombreux de notre rucher, à tel point qu'aux heures chaudes de la journée on entendait de loin leur bourdonnement caractéristique autour de la ruche. Malgré cela, notre espoir fut lamentablement déçu : sur plusieurs centaines de reines que nous avions élevées cette année-là, seules quelques-unes furent fécondées par les mâles dorés.

II. — Réalisation de conditions spéciales.

La production, même en grand nombre, de mâles de choix dans un rucher ordinaire étant insuffisante, des éleveurs ont cherché à placer leur rucher d'élevage dans des conditions telles que les chances de fécondation des reines par des faux-bourdons autres que ceux élevés spécialement dans ce but fussent aussi réduites que possible. Voici, à ce sujet, le procédé employé par l'éleveur belge Gillet-Croix (1) :

« Mon rucher de fécondation est installé à « environ 1.500 mètres, à vol d'oiseau, des ru- « chers les plus proches de la localité, où il en « existe un assez grand nombre, tous peuplés « d'abeilles noires, et cependant, à peu près « toutes mes reines sont fécondées par les bour- « dons italiens du rucher de fécondation.

« Il est établi dans une éclaircie, à l'orée d'un « bois de sapin, obtenue par l'enlèvement de « deux ou trois arbres de la même ligne et le « raccourcissement des branches des arbres des « deux lignes contiguës et formant cheminée « d'environ cinq mètres de long sur deux mè- « tres de large, par laquelle doivent forcément « passer reines, mâles et butineuses qui s'envo- « lent en quittant la ruche.

« Quoiqu'il existe d'autres éclaircies à proxi- « mité, il est rare qu'une abeille s'y aventure, « du moment qu'elle doit passer sous une bran- « che, et comme ces éclaircies laissent pénétrer « des rayons du soleil au rucher, elles sont plu- « tôt avantageuses que nuisibles.

« Au début, les sapins n'avaient guère que « quatre à cinq mètres de hauteur et j'obtenais « un assez grand nombre de fécondations croi- « sées, mais elles diminuèrent d'année en an- « née, au fur et à mesure que les sapins gran- « dissaient, et à présent que leur hauteur est à « peu près double, les croisements sont rares. »

Un apiculteur marseillais, M. Barthélémy, pour maintenir pures certaines races d'abeilles, installa un rucher dans une des îles Frioul où il n'y a pas d'abeilles habituellement. Cette île, de quelques kilomètres carrés seulement, est distante d'environ 3 km. de la côte ; elle est plutôt aride, mais cependant, au printemps, on trouve

dans les anfractuosités de rochers d'innombrables fleurs permettant aux abeilles de vivre en mai-juin. Le pourcentage de fécondations obtenues était très faible, un grand nombre de reines étant perdues à cause du voisinage de la mer (le rucher, pour diverses raisons, n'avait pu être installé qu'à quelques mètres du rivage).

Mont-Jovet (2), en Savoie, a obtenu de bons résultats pour la conservation de la race pure caucasienne en installant un rucher à près de 2.000 mètres d'altitude.

Les procédés employés par ces trois apiculteurs ne sont pas à la portée de tout le monde ; les conditions dans lesquelles ils se sont placés ne peuvent être réalisées que tout à fait exceptionnellement. Des solutions plus générales ont été proposées, consistant à faire sortir des ruches les reines vierges et les mâles choisis pour la fécondation à une heure de la journée où les autres faux-bourdons restent habituellement dans les ruches.

L'abbé Guyot (3), il y a déjà longtemps, a obtenu ce résultat en donnant un sirop chaud de bonne heure le matin, pendant un certain nombre de jours, aux ruches renfermant les reines vierges et les mâles sélectionnés ; ces abeilles prennent l'habitude de sortir plus tôt et la fécondation s'opère à une heure où les autres mâles ne sont pas encore sortis. Ce procédé semble lui avoir donné de bons résultats. Plus récemment, Siebert en Allemagne, et Helmberg au Canada (2) ont eu recours à des procédés analogues. Ambroise, en Belgique, a préconisé une méthode légèrement différente qui paraît bien être la plus pratique, mise au point jusqu'à ce jour. Les nucléi (*a*) renfermant les reines vierges sont munis d'un système d'entrée empêchant celles-ci de sortir et ne laissant libre passage qu'aux ouvrières. Une ruchette contenant un très grand nombre de mâles de choix est aménagée de la même façon pour empêcher les faux-bourdons de sortir. Cette réclusion est instaurée le quatrième jour après l'éclosion des reines. Le lendemain, vers 5 heures du soir, on nourrit avec du sirop de miel tiède la ruchette à mâles et on la descend à la cave. Une demi-heure après, on la retourne à son emplacement et on donne la liberté aux mâles. Ceux-ci, excités par la réclusion et la nourriture tiède, sortent à la façon d'un essaim. On rend également la liberté aux reines vierges. Ces dernières ont toutes chances d'être fécondées par les faux-bourdons de la ruchette, car ceux des autres ruches sont rentrés à cette heure de la journée. On répète cette opération chaque jour, jusqu'à ce que toutes les reines soient fécondées.

(*a*) On appelle nuclei de petites ruchettes, renfermant un noyau d'abeilles, et dans lesquels on introduit les reines vierges pour y attendre leur fécondation.

Dans un autre procédé beaucoup plus simple, Ambroise introduisait une certaine quantité de mâles de choix (25 à 50) dans chacun des nuclei renfermant une reine vierge. Dès que celle-ci avait quatre jours d'âge, il la tenait en réclusion avec les mâles et ne les laissait sortir qu'après 5 à 6 heures du soir, alors que les faux-bourdons des autres ruches étaient rentrés. Là encore, l'accouplement avait lieu entre les reproducteurs choisis d'avance.

Ces méthodes d'Ambroise, en particulier la dernière, constituent, semble-t-il, une solution élégante et pratique du problème qui nous occupe. On ne peut évidemment avoir la certitude absolue que la reine s'est accouplée avec un des mâles sélectionnés, mais pour la pratique ce degré de certitude peut être suffisant. Il en va autrement lorsqu'on veut faire des recherches scientifiques sur la génétique de l'abeille. Il faut, dans ce cas, être absolument sûr de l'identité du mâle qui a fécondé la reine ; nous verrons que Watson y est parvenu.

On peut encore rattacher aux cas envisagés dans la deuxième rubrique les expériences réalisées récemment par l'Ecossais J. Tinsley (4). D'après cet auteur, et contrairement à l'opinion généralement admise, les reines vierges seraient fécondées par *les mâles de leur propre colonie*. Il suffirait donc d'introduire dans les nuclei renfermant les reines vierges des faux-bourdons sélectionnés pour être certains que celles-là seront fécondées par ceux-ci. Malheureusement, pour des raisons que nous avons exposées ailleurs (5), et qu'il serait trop long de reprendre ici, les expériences de l'auteur ne permettent pas de tirer une conclusion aussi formelle et la question aurait besoin d'être reprise.

III. — Limitation du vol de la reine.

Un apiculteur américain du Michigan possédait un rucher d'abeilles italiennes au milieu de ruchers voisins constitués par des colonies de race commune ou hybride. Voulant obtenir la fécondation de ses reines par ses mâles italiens, il chercha à limiter leur vol en leur rognant légèrement l'extrémité des ailes. Elles étaient ainsi fécondées, avant d'avoir pu s'envoler bien loin, par les faux-bourdons du rucher.

On peut rattacher à ce procédé la méthode employée par plusieurs auteurs, qui consiste à attacher la reine à l'extrémité d'un fil dont l'autre bout est fixé, par exemple, au sommet d'une perche fichée verticalement dans le sol. Lewis Shrimplin (en 1857 déjà) et Shuck prétendirent avoir obtenu quelques succès par ce moyen. L. R. Watson (6), qui a repris ces essais n'a pu obtenir aucun accouplement, bien qu'il vit des mâles semblant poursuivre la reine.

G. D. Shafer (7) attacha une reine et un faux bourdon, chacun à l'extrémité d'un mince fil de fer qui leur laissait une certaine liberté de mouvement. Il mit les deux insectes face à face, mais ne put obtenir l'accouplement, quoique le mâle s'accrochât parfois à la reine.

IV. — Fécondation en espace clos.

De nombreux apiculteurs et hommes de science ont cherché s'il ne serait pas possible d'assurer l'accouplement des reines et des mâles dans un espace clos. De temps à autre, aux Etats-Unis notamment, des apiculteurs ont prétendu avoir obtenu la fécondation de reines par ce procédé, mais un doute a toujours plané sur la réalité de leurs succès. En tout cas, toutes les fois qu'une expérience scientifique a été conduite dans ce sens, elle a complètement échoué.

L'espace clos était constitué tantôt par une simple tourie renversée (Rawsome) (6) ou une boîte à parois de verre ou de gaze (L. Jeffrey, Cramer, Filbert, Hasbrouck, Arms, etc.) (7), tantôt par une tente, généralement à parois de toile de moustiquaire (Mc Lain, W.-E. Flower, Hohensell, Davitte, A.-C. Miller, etc.) (8), ou une serre (Root) (6).

Une des plus célèbres de ces expériences fut celle de Davitte. Les ruches de cet apiculteur comportaient deux entrées, l'une tournée vers l'extérieur, à travers laquelle, grâce à un zinc perforé, seules les ouvrières pouvaient passer, l'autre s'ouvrant dans une tente octogonale de 10 mètres de haut et autant de diamètre et donnant passage aux mâles et aux reines. Ces insectes, au bout de quelques jours, s'habituaient à voler à l'intérieur de la tente. Autour de celle-ci, Davitte disposait une ruche renfermant des mâles sélectionnés et les nuclei contenant ses reines vierges. Il prétendit avoir réussi, par ce moyen, à en faire féconder une centaine, mais ce succès a toujours été mis plus ou moins en doute. Quoi qu'il en soit, le procédé ne s'est pas maintenu. D'ailleurs, A.-C. Miller (8) qui a repris ces essais à la station expérimentale de Rhode Island (Etats-Unis), dans une cage plus petite, il est vrai, que celle de Davitte (3 mètres de haut sur 3 mètres de superficie de base environ), n'a pu obtenir aucun succès.

La tentative la plus considérable qui ait été faite dans cette voie est celle réalisée par les Root (A.-I. Root et C°). Les ruches se trouvaient en effet dans une serre de 200 mètres de long sur 20 mètres de large et 10 mètres de hauteur au faîte du toit. Il n'y eut aucun accouplement.

V. — Méthodes indirectes.

Quelques tentatives ont été faites pour assurer indirectement le contrôle de la fécondation des reines. C'est ainsi que N.-W. Mc Lain eut l'idée assez étrange de répandre sur une reine, à l'état de larve ou de nymphe, le jus provenant de l'écrasement de larves de mâles. Il n'eut évidemment aucun succès, mais prétendit que lorsque ses reines éclosaient elles avaient plutôt l'aspect de mères fécondes que de reines vierges.

Gilbert Barratt, en Angleterre, a proposé une méthode assez originale pour assurer l'ascendance paternelle des abeilles. On sait que chez ces insectes la parthénogénèse existe et que les œufs destinés à donner des mâles ne sont pas fécondés, qu'ils sont constitués simplement par le gamète femelle. Barratt applique du sperme de faux-bourdon à l'extrémité la plus large d'un de ces œufs fraîchement pondu, au moyen d'un pinceau très fin, pensant qu'un spermatozoïde pourrait pénétrer à l'intérieur de l'œuf, par le micropyle, et le féconder, c'est-à-dire le transformer en œuf véritable qui évoluera en ouvrière. Barratt prétend avoir réalisé cette fécondation (*a*). Watson (6) qui a répété ces essais et n'a pu, par contre, obtenir aucun résultat, fait observer que le micropyle doit être fermé immédiatement après la ponte par suite du dessèchement à l'air de la pellicule de mucus qui enveloppe l'œuf.

VI. — Fécondation forcée.

On a pensé également à obtenir la fécondation en introduisant, *à la main*, le pénis du mâle dans le vagin de la reine. Quelques données sommaires sur l'anatomie de l'appareil génital chez l'abeille sont nécessaires pour comprendre les explications qui vont suivre.

L'appareil génital de la reine (fig. 138) se compose de deux ovaires latéraux (o) continués chacun par un oviducte (ov.). Les deux oviductes se réunissent pour former le vagin (v) sur la partie antérieure duquel, et y débouchant par un court canal, se trouve le réceptacle séminal ou spermathèque (sp) destiné à emmagasiner le sperme que la reine reçoit au moment de l'accouplement. A l'extrémité postérieure du vagin

(*a*) Il s'agit ici d'une fécondation au sens exact du mot, c'est-à-dire de la fusion d'un gamète mâle et d'un gamète femelle. Ce qu'on appelle communément fécondation chez l'abeille n'est, en réalité, que l'emmagasinement du sperme du mâle dans la spermathèque de la reine à la suite de l'accouplement. La fécondation vraie ne se produit qu'au moment de la ponte; le gamète femelle est fécondé au passage dans l'oviducte par un spermatozoïde venant de la spermathèques — s'il s'agit d'un œuf pondu dans une cellule d'ouvrière; — s'il n'y a pas fécondation (ponte dans une grande cellule), l'œuf évolue en mâle (parthénogénèse). De même, lorsque la provision de sperme est épuisée, la reine devient arénotoque ou bourdonneuse (pondeuse de mâles).

se trouvent deux sacs latéraux, les poches copulatrices (p.c.) (fig. 139).

L'appareil génital du mâle (fig. 140) comprend deux testicules (t) de chacun desquels part un canal déférent (c.d) qui vient déboucher dans une vésicule séminale (v.s). Les deux vésicules séminales ont un canal éjaculateur commun (c.e) ; dans ce canal débouchent également deux grosses glandes muqueuses annexes (gl.m). L'appareil copulateur ou pénis (pén.) comprend une sorte de renflement en forme de bulbe (b) présentant deux plaques légèrement chitineuse (pl.c) vient ensuite le pénis proprement dit avec son armature chitineuse et deux appendices appelés pneumophyses (p.).

Au moment de l'accouplement, l'appareil copulateur, qui n'est autre chose qu'un tube chitineux, s'évagine complètement à la façon dont on retourne un doigt de gant, fait saillie au dehors (fig. 141) et vient pénétrer dans le vagin de la reine, les pneumophyses s'engageant dans les poches copulatrices de la femelle. L'ouverture du vagin est ainsi complètement fermée et le sperme qui a été projeté dans l'oviducte de la reine est chassé par les contractions de ce dernier dans la spermathèque. La femelle se détache ensuite du mâle (qui meurt immédiatement par suite de l'amputation de son pénis) et rentre à sa ruche ayant à l'abdomen une partie du canal éjaculateur qui pend sous forme d'un filament blanc. Au bout de quelques jours, les débris de l'appareil du mâle sont desséchés et extraits par les ouvrières de l'abdomen de la reine, qui commence alors sa ponte.

On peut obtenir assez facilement l'érection de l'appareil génital d'un faux-bourdon en maintenant celui-ci quelque temps dans la main fermée. On peut également arriver au même résultat en lui pressant légèrement sur l'abdomen, d'avant en arrière.

Mettant à profit cette particularité, G. D. Shafer (7) a tenté de faire évaginer le pénis d'un mâle dans le vagin d'une reine. Celle-ci était maintenue entre le pouce et l'index de la main gauche, le ventre tourné vers le haut. Le vagin était maintenu entr'ouvert grâce aux deux branches d'une pince fine fixée sur un bloc de bois ; une petite lame de fer blanc très mince, soudée sous une des pointes de la pince, à son extrémité, permettait en outre de maintenir vers le bas l'aiguillon de la reine. L'opérateur prenait entre le doigt et l'index de la main droite un mâle le ventre tourné vers le bas. Il plaçait l'extrémité de son abdomen entre les deux branches de la pince et l'amenait jusqu'au contact de l'orifice génital de la reine. Il exerçait à ce moment une pression sur l'abdomen du mâle pour faire évaginer son pénis à l'intérieur du vagin même de la femelle. Dans une autre méthode, l'aiguillon de la reine était simplement écarté au moyen d'une épingle à bout recourbé fixée sur un bloc de bois. Pour faciliter ce délicat travail, l'auteur opérait dans le champ d'un microscope binoculaire. Il ne put obtenir de fécondation quoique, pour deux reines, l'appa-

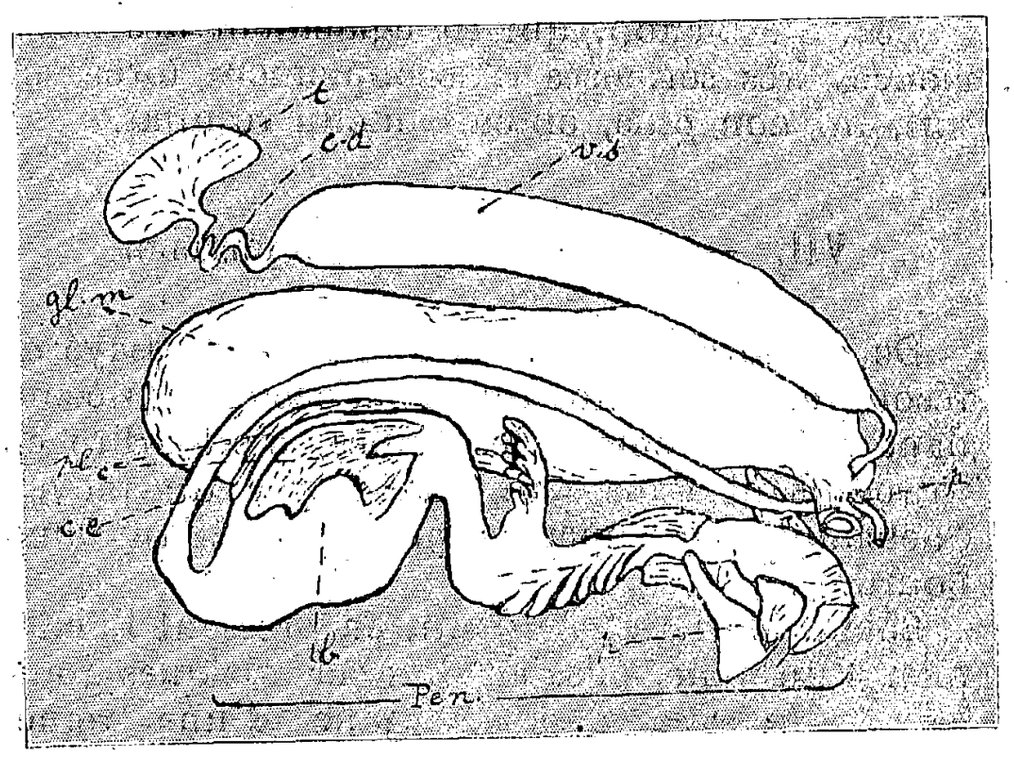


Fig. 140.
Appareil génital du mâle, vue latérale, la partie gauche des organes pairs ayant été enlevée. (d'après G.D. Schafer)

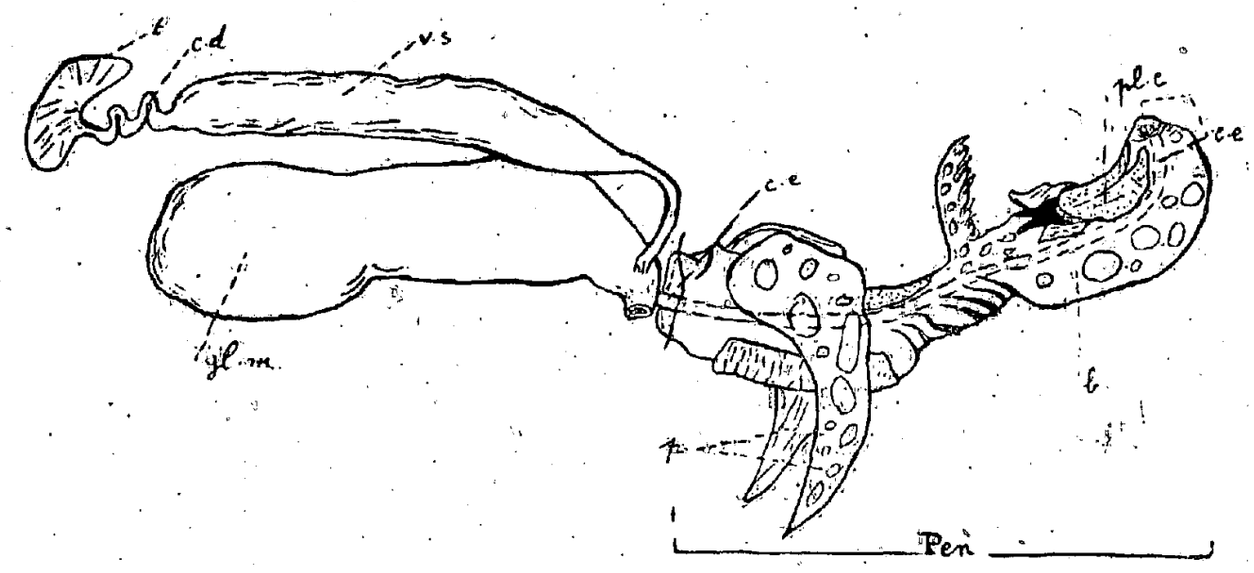


Fig. 141. — Appareil reproducteur du mâle après son érection (d'après G. D. Schafer)
t, testicule; *c.d*, canal déférent; *v.s*, vésicule séminale; *gl.m*, glande muqueuse accessoire; *c.e*, canal éjaculateur; *Pen*, pénis; *b*, bulbe; *p*, pneumophyses; *pl.c*, plaques chitineuses du bulbe

reil du mâle entrât profondément dans leur vagin, absolument comme dans un accouplement naturel.

Geo. H. Bishop, qui fit également des expériences très sérieuses d'accouplement forcé, ne put, lui non plus, obtenir aucun résultat.

VII. — Fécondation artificielle.

De nombreux chercheurs ont enfin essayé de résoudre le problème qui nous occupe en fécondant artificiellement les reines, c'est-à-dire en introduisant dans leur vagin, par un moyen quelconque, du sperme provenant d'un faux-bourdon.

Balch, Mc Lain, Baldwin, en pressant l'abdomen d'un mâle, faisaient tomber quelques gouttes de sperme dans l'organe d'une reine. Mc Lain obtenait également le sperme en disséquant les vésicules séminales d'un mâle. D'autres auteurs : Mc Lain, Jaeger, Howard et French, diluaient le sperme et l'injectaient dans le vagin au moyen d'une seringue. Aucun d'eux ne put obtenir un succès véritable. Geo H. Bishop reprit très sérieusement la question (il injectait le sperme avec une pipette) mais échoua complètement.

Tout récemment, enfin, un autre auteur américain, Lloyd R. Watson (6) s'attela lui aussi au problème, mais, cette fois, ses efforts furent couronnés de succès. Il est le premier qui a réussi à mettre au point une méthode permettant d'obtenir la fécondation des reines par ce moyen.

C'est en perfectionnant la technique de ses prédécesseurs (en particulier G.-H. Bishop) qu'il a pu ariver à ce beau résultat. Si ses devanciers ont échoué, fait-il remarquer lui-même, ce n'est pas parce que la méthode employée était mauvaise — la fécondation artificielle a été appliquée à de nombreux animaux, — ni par manque d'habileté manuelle, mais simplement parce que les outils employés, notamment la seringue, étaient trop grossiers ; les reines devaient vraisemblablement être blessées au cours de l'opération. Après quelques tâtonnements, Watson a réussi à mettre au point une microseringue donnant pleine satisfaction.

Voici comment il opère : la reine vierge est fixée sur un bloc de bois que l'auteur appelle sa table d'opération. Elle y est placée sur le dos, dans une légère cavité que présente le bloc ; on l'y maintient au moyen de fils de soie passant autour de son corps et de la table d'opération. Celle-ci est inclinée de façon à ce que l'extrémité de l'abdomen de la reine soit assez relevée par rapport à sa tête. Le bloc est assujetti au moyen d'un bracelet de caoutchouc sur la platine d'un microscope binoculaire (type Greenough). Sur le bord droit de la platine est fixé un support-seringue Barber permettant le déplacement de la seringue dans les trois sens au moyen de vis.

La reine étant installée sur la table d'opération, Watson fait choix d'un mâle destiné à lui fournir le sperme. Pour cela, il en laisse s'envoler quelques-uns, qu'il vient de prélever au rucher, dans le laboratoire. Ces faux-bourdons se dirigent vers la fenêtre, et c'est celui qui paraît le plus vigoureux qui est choisi.

Pour prélever le sperme, Watson commence par décapiter le mâle, ce qui a pour effet de provoquer l'érection de l'appareil génital, qui se trouve ainsi évaginé extérieurement. Le sperme qui se trouvait emmagasiné dans les vésicules séminales est expulsé dans le canal éjaculateur et vient s'accumuler dans la partie inférieure du bulbe du pénis (b, fig. 4). De plus, le mucus blanc perlé des glandes muqueuses accessoires (gl. m) est également projeté dans le canal éjaculateur et vient s'emmagasiner au-dessus du sperme dans le bulbe maintenant dilaté. Watson détache alors, avec des pinces, cet organe et le place sous l'objectif du binoculaire. Il fait entrer doucement la pointe de la microseringue dans la partie renfermant le mucus qui apparaît blanc jaunâtre à travers la paroi du bulbe. Il en prélève 0,5 mm^3. La pointe de la seringue est ensuite amenée dans la partie jaune crémeux de l'organe où se trouve le sperme avec lequel il achève d'emplir sa seringue (soit 2 mm^3 de sperme).

Ceci fait, la table d'opération est placée sur la platine du binoculaire, de façon à amener l'extrémité de l'abdomen de la reine au milieu du champ de l'appareil et à faire coïncider l'axe de son corps avec l'axe de la seringue. L'extrémité de celle-ci est amenée avec précautions jusqu'à toucher presque le bout de l'abdomen de la reine. L'opérateur prend alors de la main gauche des pinces très fines, et de la main droite une aiguille fine (servant aux dissections d'insectes) avec laquelle il écarte les plaques génito-anales fermant l'entrée du vagin. Ces plaques étant écartées, il les maintient dans cette position avec ses pinces. Il amène alors, au moyen des vis du support-seringue l'extrémité de la seringue immédiatement au-dessus de l'ouverture du vagin (nous rappelons que le corps de la reine est assez fortement incliné, l'abdomen tourné vers le haut). Le piston est alors avancé de 1/2 mm. environ, de façon à briser le bouchon qui s'est formé à l'extrémité de la seringue par suite de la coagulation, à l'air, du mucus. Ceci fait, le bout de l'instrument est entré dans le vagin (de 1/2 à 1 mm.). Le piston est ensuite poussé de façon à injecter le sperme. Lorsque celui-ci est presque entièrement passé et qu'il ne reste plus qu'environ 1/2 mm^3 de liquide (principalement de mucus) dans la seringue, celle-ci est légèrement ramenée en arrière, après quoi, le reste de son con-

tenu est expulsé et vient se coaguler, en formant une sorte de bouchon, à l'entrée du vagin de la reine.. (Watson insiste beaucoup sur le rôle important que joue ce bouchon et la nécessité qu'il y a de l'y laisser). Il suffit, après avoir vérifié si l'aiguillon est dans sa position normale, de libérer la reine et de la retourner dans sa ruche.

Avec ce procédé, Watson a réussi à féconder des reines dont la ponte a été tout à fait normale. Quelle est la valeur pratique de sa méthode ?

Elle est trop récente pour qu'on puisse dès maintenant le dire. Il faudrait savoir si les reines ainsi fécondées le sont normalement, c'est-à-dire si elles reçoivent une provision de sperme suffisante pour que la durée de leur ponte soit aussi prolongée que celles des mères fécondées naturellement (2 ou 3 ans). Watson répartit ainsi 24 reines traitées suivant leur degré de fécondation :

1 normalement fécondée
1 pondeuse vigoureuse
1 fécondation presque normale
5 fécondation assez copieuse
15 fécondation partielle
1 fécondation très légère

Il semble donc que toutes les reines n'ont pas reçu leur provision complète de sperme. Or, on sait que lorsque celle-ci est épuisée les mères ne pondent plus que des œufs donnant naissance à des mâles (voir renvoi (*a*) page 338) et que, lorsqu'elles sont rendues à ce point, les abeilles se débarrassent d'elles.. Il faut donc voir combien de temps les reines de Watson auront conservé leur ponte normale pour se faire une idée exacte de la valeur *pratique* de sa méthode.

On a vu, d'autre part, que cette méthode nécessite une technique fort délicate et énormément d'habileté manuelle. Il est certain qu'elle n'est pas à la portée de tout le monde, ainsi que Watson lui-même le fait remarquer, et qu'elle ressortit plutôt au travail de laboratoire qu'à la pratique apicole. Cependant, un éleveur de reines possédant l'outillage nécessaire : binoculaire, micro-seringue et porte-seringue notamment, pourrait, avec un peu d'entraînement, la mettre en pratique. Néanmoins, il est à présumer qu'en dehors des laboratoires, seuls quelques rares apiculteurs y auront recours. Watson n'a donc pas résolu complètement, *au point de vue pratique*, le problème que nous avons posé au début de cette étude.

Il ne serait peut-être pas superflu de rechercher encore une méthode plus pratique que la sienne, utilisable par tous les apiculteurs. Il en existe d'ailleurs qui, comme celle d'Ambroise, donnent déjà une solution satisfaisante au problème du contrôle de la fécondation des reines. On n'a pas évidemment, dans ce cas, la certitude absolue que le mâle qui s'est accouplé avec la reine est un de ceux qui avaient été sélectionnés dans ce but. Mais la valeur pratique d'une pareille méthode est déjà suffisante pour qu'on puisse entreprendre l'amélioration de l'abeille avec infiniment plus d'assurance qu'autrefois, l'aléa d'une fécondation par des faux-bourdons étrangers étant fortement réduit.

Si l'on se place maintenant sur le terrain purement scientifique, la méthode de Watson, du fait qu'elle permet de connaître avec une certitude absolue (a) l'ascendance parternelle de la progéniture d'une reine, donne toute satisfaction. Les conséquences qu'elle peut avoir sur les recherches de génétique chez l'abeille sont considérables, et les apiculteurs, qui en dernière analyse sont les bénéficiaires des travaux dirigés dans ce sens, ne sauraient avoir trop de reconnaissance à l'égard du savant américain. Il est possible, maintenant, d'entreprendre l'étude de l'hérédité chez l'abeille qui, jusqu'à présent, en raison de l'incertitude qui planait toujours sur l'origine du mâle reproducteur, n'avait pu être commencée que d'une façon imparfaite. Comme le dit Watson, « la science de l'eugénique de l'abeille peut maintenant commencer ». On pourra étudier notamment la question controversée de l'influence de la consanguinité.

Au point de vue pratique, on pourrait même envisager la création de laboratoires spécialisés dans la recherche de l'amélioration de l'abeille. Afin de pouvoir choisir les reproducteurs parmi un grand nombre de colonies et d'expérimenter leur descendance sur une grande échelle, ces organismes devraient posséder d'importants ruchers ou travailler en collaboration avec des apiculteurs à la tête d'importantes exploitations. Ces laboratoires pourraient ensuite approvisionner les apiculteurs en reines sélectionnées.

L'intérêt passionné qu'ont soulevé dans les milieux apicoles de tous les pays les belles recherches de Watson montre bien que les apiculteurs considèrent la méthode du savant américain comme un important facteur de progrès pour leur art.

RÉFÉRENCES CITÉES

(1) A. Gillet-Croix. — Sélection des Reines, p. 19, 1912.
(2) Pèrret-Maisonneuve. — Fécondation provoquée et artificielle des reines. *La France Apicole*, vol. XXXIII, n° 4, pages 75-79, 1927.
(3) L. Authelin. — De la fécondation des reines par des mâles de choix. *La France Apicole*, vol. XXXIII, n° 3, pages 63-64, 1927.

(a) Il faut remarquer, à ce sujet, que de grandes précautions doivent être prises pour le choix du mâle, car il arrive très souvent, comme le fait a été maintes fois constaté, que des mâles s'introduisent dans une ruche étrangère à la leur où ils sont parfaitement acceptés.

(4) J. Tinsley. — Experiments on the Mating of Queen Bees. *Bee-World*, vol. VII, n° 9, pages 126-127, 1926.
(5) E. Giraud. — L'action de l'apiculteur sur la fécondation des reines. *La France Apicole*, vol. XXXII, n° 6, pages 127-130, 1926.
(6) Lloyd R. Watson. — Controlled Mating of Queen Bees, pages 1-50, 1927.
(7) G. D. Shafer. — A study of the factors which govern mating in the honey-bee. Michigan Agricultural College Experiment Station. *Technical Bulletin*, n° 34, 1927.
(8) A. C. Miller. — Mating experiments with bees. Rhode Island Agricultural Experiment Station. 21 st. annual report, Part II, pages 306-311, 1908.

POSSIBILITÉ ET AVANTAGES
DE L'EXPLOITATION DE L'ÉNERGIE THERMIQUE DES MERS

par Charles BOGGIA

Dans cette revue, comme dans toutes les autres revues françaises et étrangères, on a rendu compte, vers la fin de l'année 1926, de la communication de M. Georges Claude à l'Académie des Sciences, sur la possibilité technique d'exploiter l'énergie thermique des mers tropicales et sur l'avantage économique de cette nouvelle source sur les autres : *hydraulique et thermique*. Dès 1922 j'avais étudié cette question avec M. Dornig, professeur à l'Ecole Polytechnique de Milan. En 1923 on m'a fait connaître que l'ingénieur américain Campbell, dès 1913, avait exposé l'idée d'utiliser cette source d'énergie. Je pourrais démontrer que je suis arrivé à cette idée sans connaître les idées de M. Campbell, mais dans les questions de cette nature le point le plus important est de trouver le moyen d'arriver à la solution pratique, qui est celle qui intéresse le plus la science et l'industrie.

Je veux chercher à démontrer ici que la solution de M. Claude, l'emploi de la vapeur d'eau comme fluide moteur, n'est ni la moins coûteuse, ni la plus pratique. Et ce n'est pas seulement pour cette raison qu'on n'emploiera pas directement la vapeur d'eau, mais pour une autre, non moins importante, la difficulté technique, sinon l'impossibilité pratique de réaliser les centrales flottantes et leur coût qui serait énorme.

Pour mes comparaisons, je supposerai un projet de construction d'une centrale de 100.000 kw. nets à la sortie de la centrale.

Les températures que j'ai prises pour bases de mes calculs sont de 25 degrés pour les eaux de surface et de 6 degrés pour celles situées à la profondeur de 600 mètres environ, bien que sur plusieurs côtes de mer tropicales on rencontre des eaux de surface ayant des températures de 26, 28 et même de 30 degrés, et qu'à 600-700 m. de profondeur on puisse avoir une température de 5 degrés.

J'ai pris comme valeur de la transmission globale entre l'eau qui coule dans les tubes et le gaz en évaporation et entre le gaz en condensation et l'eau, 2.500 cal. par mètre carré, par degré et par heure, avec une vitesse de l'eau dans les tubes d'un mètre par seconde. Puisque dans mon système les chaudières et les condenseurs absorbent la somme la plus élevée dans les frais de construction, on doit étudier une bonne circulation des gaz et donner à l'eau une vitesse convenable afin d'obtenir les meilleures conditions dans la transmission de la chaleur et dans les pertes de charge, ainsi qu'on le fait dans les condenseurs à surface des centrales à vapeur.

Dans mon projet je suppose l'emploi de l'ammoniaque, bien que, pour des raisons importantes que j'expliquerai plus loin, il sera nécessaire le plus souvent d'utiliser l'acide carbonique. En tout cas l'emploi de ce gaz ne ferait qu'améliorer les résultats auxquels conduisent les considérations que je ferai ici pour l'ammoniaque.

Nous ferons entrer dans les chaudières les eaux de surface à 25° et les ferons sortir 22° avec une température de l'ammoniaque à l'entrée dans les turbines de 20° ; d'une manière analogue, faisant entrer dans les condenseurs les eaux à 6°, les faisant sortir à 9° et condensant les gaz à 9°5, il faudrait des tubes d'une longueur de 3 m. 80 environ.

Pour obtenir les 100.000 kilowatts nets à la sortie de la centrale, en supposant que le rendement des turbines, soit de 75 %, adoptant les rendements qu'on obtient pratiquement avec les machines électriques et les pompes, calculant les pertes de charge suivant les données habituelles, tenant compte de la puissance absorbée par les pompes pour refouler en chaudière

le liquide ammoniacal, j'ai trouvé que la surface nécessaire pour les chaudières est de 675.000 m² et qu'elle est environ la même pour les condenseurs.

Pour obtenir cette surface, en employant des tubes de 10 mm. de diamètre intérieur et de 13 mm. de diamètre extérieur, placés aux sommets d'un triangle équilatéral de 18 mm. de côté, il faut environ 68 chaudières de 5 m. de diamètre et d'une longueur de 5 m. et 65 condenseurs des mêmes dimensions ; ce qui fait, avec 7 de ces corps cylindriques de réserve, 140 chaudières ou condenseurs.

Nous avons vu que pour avoir de l'eau froide à 6° ou moins dans les mers tropicales, il faut atteindre la profondeur de 600 mètres environ. En examinant les cartes géographiques on voit que la plupart des côtes ont une faible inclinaison et que pour atteindre la profondeur susdite il faut avancer dans la mer de beaucoup de kilomètres.

Dans peu de cas seulement il est possible de construire les centrales sur la côte, à savoir dans l'île de Cuba et dans les autres Antilles, sur la côte mexicaine vers le Pacifique, à Ceylan et en quelques autres lieux où les côtes tombent assez rapidement.

Dans ce cas il est convenable de construire les centrales sur la côte. Pour puiser les eaux froides je pense que le meilleur moyen est de creuser un puits sur la côte, sortant dans la mer à la profondeur désirée.

Au contraire, dans les cas où les profondeurs de 600-700 m. sont à trop de kilomètres de la côte, j'ai pensé que le système le plus pratique pour réussir et le moins coûteux est de construire les centrales au-dessous du niveau de la mer à 600-700 mètres de profondeur. On devrait ainsi creuser à la côte un puits d'un diamètre suffisant pour laisser passer les diverses parties des machines et d'une profondeur de 600 à 700 mètres.

Du fond du puits un tunnel horizontal s'avancerait sous la mer jusqu'à atteindre la ligne bathymétrique de 600-700 mètres.

C'est certainement un travail très audacieux, mais la technique moderne arrivera bien à franchir ces difficultés.

Pour amener les eaux chaudes à la centrale, un grand tube flexible de caoutchouc et toile, d'un poids spécifique presque égal à celui de l'eau, partirait de la surface de la mer, pour arriver jusqu'à la bouche du puits.

Dans ce cas la construction des chaudières et des condenseurs serait très simple et économique et le gaz le plus convenable serait à mon avis l'acide carbonique.

En effet nous savons qu'à la température de 20°5 et de 10°5 ce gaz a une pression de 59 et 46 atmosphères absolues.

Or, l'eau entre dans les condenseurs et dans les chaudières avec une pression de 60-70 atmosphères.

Il s'en suit que le gaz arrive à équilibrer en grande partie la pression des eaux dans les tubes.

Ce n'est pas tout. Nous savons que les chaudières et les condenseurs doivent supporter extérieurement la pression, qui pourrait être formidable, du terrain, qui à son tour supporte la pression des eaux.

J'ai pensé à tirer profit de ces conditions-là et j'ai imaginé une façon très simple de construire chaudières et condenseurs. Au lieu d'employer des tôles de fortes épaisseurs pour supporter les pressions de 59 atm. et de 46 atm. que nous avons dans les chaudières et dans les condenseurs, on peut se servir de deux tunnels cylindriques revêtus d'une forte épaisseur de béton armé, construits à côté du tunnel principal, en correspondance de sa dernière partie ; un pour les chaudières et l'autre pour les condenseurs, de longueur suffisante et du diamètre qu'on veut donner aux chaudières et aux condenseurs. Dans ces tunnels on place des diaphragmes en fer où en acier, d'épaisseur convenable, fixés aux parois du tunnel. Chaque couple de deux diaphragmes (qui sont à cet effet des plaques à tubes) porte les tubes de petit diamètre, dans lesquels s'écoulent les eaux chaudes et froides. Entre chaque série de diaphragmes on laisse une chambre de quelques mètres dans laquelle arrive l'eau qui va alimenter deux chaudières ou condenseurs, pour entrer ensuite dans la chambre suivante et s'écouler dans les tubes collecteurs de sortie, selon le croquis ci-joint (fig. 142). On établirait ainsi un jeu de pressions et de contrepressions. De cette façon la centrale serait peu coûteuse, simple et certainement plus sûre et plus économique qu'une centrale flottante.

Voyons maintenant comment se présenterait une centrale du type Claude, c'est-à-dire à vapeur d'eau. Nous pouvons dire avant tout que l'emploi de la vapeur d'eau n'est pas possible avec les centrales souterraines, car les eaux entrent dans les chaudières et dans les condenseurs avec la pression de 60-70 atmosphères. Avec le système Claude on devrait recourir aux centrales flottantes, énormément plus couteuses et moins sures. En outre, celles-ci exigent de fortes dépenses pour l'ancrage et la protection contre les tempêtes et des câbles sous-marins coûteux pour le transport à terre de l'énergie. Le coût de ce type de centrale est sensiblement proportionnel à la puissance installée, tandis que dans les centrales que j'ai imaginées le tunnel principal de la côte à la centrale reste le même quelle que soit la puissance installée à la centrale. J'ai calculé que pour obtenir les

100.000 kw. nets on doit faire passer dans les chaudières environ 425 mètres cubes d'eau à la seconde et presque la même quantité dans les condenseurs. Si nous calculons le rapport entre l'énergie calorifique qui passe de l'eau aux chaudières, nous avons un rendement inférieur à 2 p. 100. En admettant ce rendement, pour obtenir les 100.000 kw. avec la vapeur d'eau entre les températures de 20°5 et 10°5, on devrait donner aux turbines 2.100 kilos de vapeur à la seconde. En supposant que les turbines agissent entre les pressions de 0,025 et 0,013 atm. (telles sont les pressions à 20°5 et à 10°5) les turbines devraient aspirer chaque seconde environ 230.000 m³ de vapeur. Etant donné qu'entre ces pressions la vitesse de la vapeur est d'environ 460 mètres à la seconde, et que son volume à la pression de 0,013 est de 110 mètres cubes par kilo, il s'ensuit que par chaque mètre carré de section passent à peine 4 kilos de vapeur ; il en résulte une surface nécessaire de 500 mètres carrés pour aspirer les 2.100 kilos. Si nous supposons la vapeur entrant dans les condenseurs avec une vitesse de 150 mètres à la seconde, la plus convenable, nous devrions avoir des condenseurs ayant une surface d'entrée de 1.500 mètres carrés environ. Or, aussi bien les évaporateurs que les condenseurs devront être volumineux en proportion. En outre, pour avoir des vides de 0,975 et 0,987 pour les évaporateurs et des condenseurs si énormes dans lesquels il doit passer un volume d'eau de 850 mètres cubes à la seconde, on doit employer de bonnes pompes, qui vont augmenter les frais de construction et qui absorberont une partie de l'énergie produite. De plus, il est possible que dans les condenseurs les eaux laissent des dépôts salins qui en peuvent arrêter le bon fonctionnement.

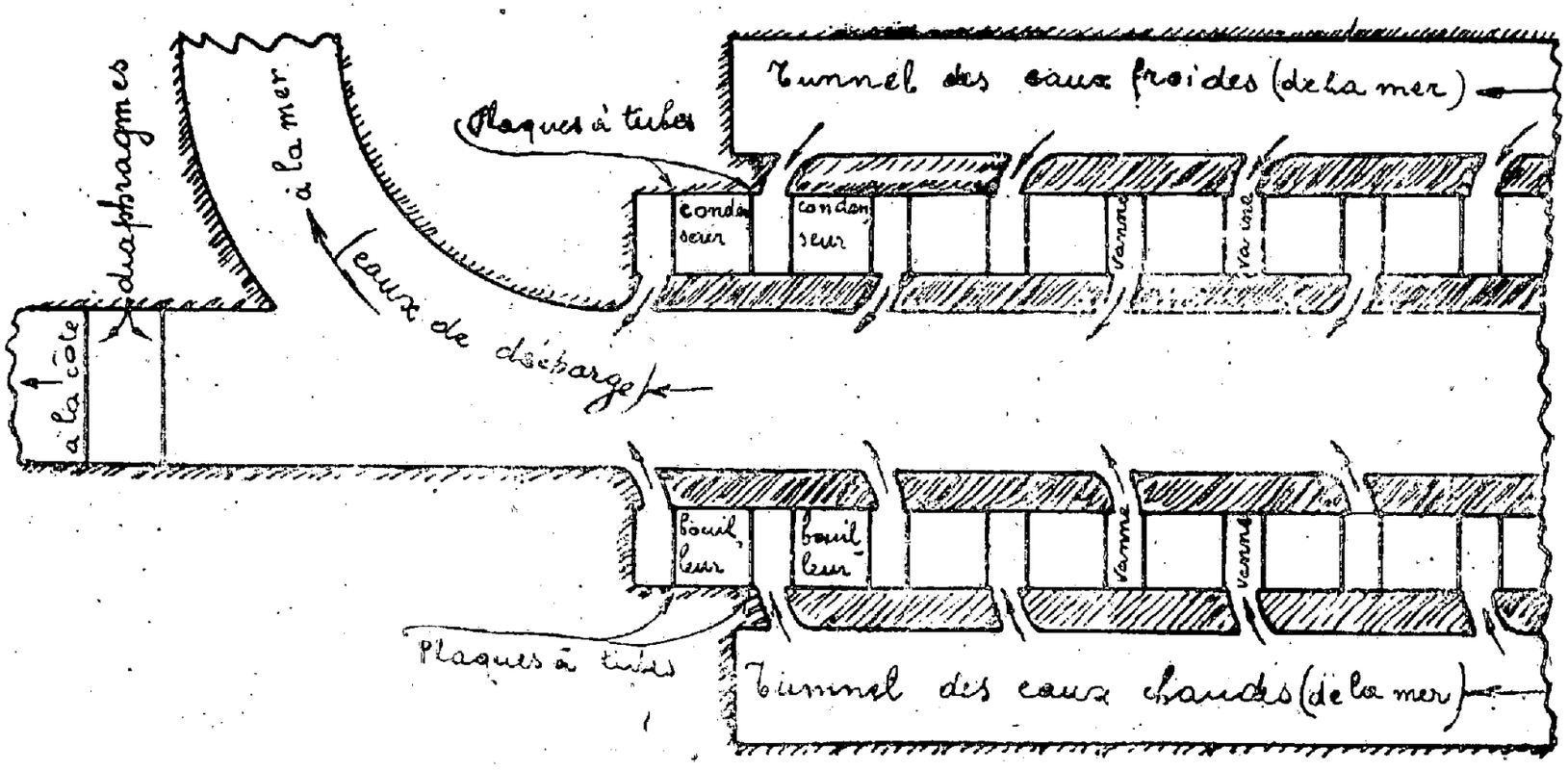


Fig. 142. — Schéma du dispositif de M. Boggia pour l'exploitation de l'énergie thermique des mers.

Au contraire, avec l'ammoniaque il suffit de quelques dizaines de mètres carrés de surface d'afflux et avec l'acide carbonique à peine de quelques mètres carrés. Entre 20°5 et 10°5 l'ammoniaque a une vitesse de 120-130 m. sec. et l'acide carbonique 100-110 m. sec. Avec des vitesses de cet ordre les turbines seraient de construction très simple, puisque ces vitesses permettraient de les construire avec un seul rotor, avec accouplement direct à l'alternateur.

Bien énorme est la valeur économique et sociale de cette nouvelle source d'énergie électrique, qui peut arriver à alimenter les deux tiers de la Terre en quantités pratiquement illimitées, qui peut alimenter les industries déjà existantes et plus spécialement en créer de nouvelles. Les nations très favorisées à cet égard seraient les Etats-Unis, le Mexique, le Brésil, le Vénézuéla, la Colombie, l'Amérique Centrale, les Antilles, la plus grande partie de l'Afrique, de l'Asie, les îles de la Malésie, l'Australie, etc.

Pour donner une idée, bien qu'à grandes lignes, de ce que pourrait être le prix de revient du kw-heure produit selon ce système, j'exposerai ici quelques chiffres des frais de construction d'une centrale de 100.000 kw. nets.

Naturellement les chiffres qui regardent la construction du tunnel principal peuvent varier selon la nature des terrains, selon la longueur nécessaire pour atteindre la ligne bathymétrique de 600-700 m. ou de plus grande profondeur.

Naturellement aussi pour les centrales construites directement sur la côte, c'est-à-dire où on peut avoir la mer profonde à petite distance de la côte, le coût total serait plus bas. Dans mon devis je supposerai la construction d'un tunnel de 10-12 kilomètres de longueur, de 25 m² de section, de deux autres tunnels

avec revètement en béton armé de 5 mètres de diamètre, longs de 500 mètres chacun. J'ai pensé également d'employer deux ou plusieurs turbines à hélice, une pour les eaux chaudes et une pour les eaux froides, installées dans les tunnels distributeurs des eaux, avec l'axe horizontal. Pour la construction des tubes de 10 mm. de diamètre intérieur et 13 de diamètre extérieur, nous supposerons d'employer du fer électrolytique au prix de six francs le kilo. Comme la puissance totale donnée par les 675.000 m² de chaudières est de 140.000 kw. environ, dont presque 20.000 sont nécessaires pour actionner les pompes des eaux et du liquide ammoniaque, nous calculerons l'installation de machines pour une puissance totale de 160.000 kw. Pour les machines électriques hydrauliques et thermiques nous admettrons le prix du kw. à 400 francs. Evidemment, mon devis donnera seulement une idée approximative, en tous cas les chiffres que j'ai calculés sont plus qu'abondants.

Mètres carrés : 1.350.000 de tubes ; kilos : 16.500.000 ... Fr.	100.000.000
Plaques à tubes n° 280, kilos : 2.200.000	10.000.000
Machines électriques, thermiques et hydraul. pour 160.000 kw.	65.000.000
Tunnels principal et secondaires	90.000.000
Câbles électriques de transport de l'énergie à la côte	10.000.000
Tube de caoutchouc et toile long de 700 m.	20.000.000
Ammoniaque ou autre gaz	10.000.000
Divers	15.000.000
	320.000.000

Tels seraient en grandes lignes les frais de construction d'une centrale de 100.000 kw. nets; c'est-à-dire nous aurions le kw à 3.200 francs. Mais comme la température des eaux dans les mers tropicales ne varie pas, nous aurions ainsi le kilowatt absolument constant pendant toute l'année.

Nos machines pourraient donc nous donner les 100.000 kw. pendant toute l'année. Si nous supposons qu'elles tournent pendant 8.000 heures pour fournir l'énergie pour tous les besoins normaux des industries et de la vie, et spécialement dans les industries chimiques, pour produire des matières synthétiques, comme les engrais, les pétroles, la métallurgie électrique, etc., nous obtiendrons une production annuelle de 800.000.000 kw. Et le prix de revient du kw. serait de $(320.000.000 \times 0{,}15) : 800.000.000 =$ fr. 0,06, soit les 15 pour 100 du coût total de la construction (amortissement, intérêt du capital, personnel) divisés par la production annuelle. Ce prix est certainement très bas ; il serait difficile à obtenir dans les installations hydroélectriques.

J'ai, dans cet article, à peine tracé à grandes lignes le profil de ce que pourra être chaque partie d'une centrale de ce type. Chacune de ces parties deviendra à elle seule un formidable problème à résoudre pour arriver à la conclusion pratique, chacune d'elles donnera la vie à une branche importante d'industrie. Je ne doute point que cette source d'énergie illimitée, immense, donnera un essort puissant à une vaste zone de notre globe, lui donnera une richesse vraiment incalculable. C'est la prophétie de M. W. Otswald qui va se vérifier, bien que d'une manière qu'il ne soupçonnait peut-être pas : « le dernier but du progrès industriel sera l'utilisation de la chaleur du soleil ; à l'ombre des machines à cela destinées, les générations futures mèneront une existence plus commode ». Je l'espère.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Mars-Avril 1928). — *Théorie des nombres.* En s'appuyant sur la réduction des formes quadratiques binaires M. *J. Favard* a établi que parmi les racines ξ_i de l'équation (E_n) à coefficients entiers, $x^n + a_1 x^{n-1} + \ldots + a_n = 0$ il y en a une paire au moins ξ_i, ξ_j telle que $|\xi_i - \xi_j| \geq \sqrt{\frac{3}{2}}$

Soit $M(E_n) = \max(|\xi_i - \xi_j|)$; l'Auteur envisage les minima $M(n)$ des $M(E_n)$ relatifs aux (E_n) de degré n et il évalue $M(n)$ pour $n = 2,3$.

Analyse algébrique. A chaque fonction on peut associer une matrice de telle sorte qu'à la somme et au produit de deux fonctions correspondent la somme et le produit des matrices; s'imposant en outre certaines conditions complémentaires, M. *Luigi Fantappié* montre comment, à l'aide de la théorie des fonctionnelles ont peut calculer les éléments de la matrice.

Théorie des fonctions. 1. M. *Alex Froda* établit que, dans tous les cas, une fonction uniforme de la variable réelle ne peut posséder au plus qu'une infinité dénombrable de discontinuités de première espèce.

2. Précédemment, M. *A. Kovanko* avait généralisé la notion de fonction presque périodique; il montre actuellement comment on peut étendre à nouveau les définitions qu'il avait proposées.

3. M. *Serge Bernstein* étudie la valeur asymptotique E_p de l'écart minimum dans $(-1, +1)$ du produit.

$$p(x)(x^m + c, x^{n-1} + \ldots + c_n)$$

et il obtient une relation fonctionnelle simple vérifiée dans des cas étendus par E_p. Dans une seconde Note

(*Analyse*, 15) l'Auteur montre comment les polynomes de Jacobi peuvent réaliser l'écart minimum.

4. M. Soula a montré que le théorème de la multiplication des singularités de M. Hadamard ne s'applique pas aux séries de Dirichlet; il y a donc intérêt à observer avec M. *S. Mandelbrojt* que, moyennant certaines hypothèses sur les a_n et les λ_n, les seules singularités de $\Sigma a_n e^{-\lambda n s}$ sont des points $\alpha + \beta$ ou α (α, singularité de $\Sigma e^{-\lambda n s}$ et β, singularité de $\Sigma a_n e^{-n s}$). Ultérieurement (*Analyse*, 14), l'Auteur apporte diverses généralisations au résultat précédent.

5. En utilisant le théorème de Boutroux sur le minimum du module d'un polynome, M. *Georges Valiron* montre qu'on peut faire disparaître le second terme logarithmique de ses inégalités sur les rayons des cercles dans lesquels une fonction méromorphe prend en général n fois au moins toute valeur; en se servant d'un théorème sur les familles normales, il établit ensuite un résultat relatif aux couronnes, de rayons indifiniment croissants, où la fonction prend en général toute valeur.

6. Les récents résultats de M. Wolff ont permis à M. *Arnaud Denjoy* d'établir une théorème sur l'impossibilité d'une identité telle que

$$\Sigma \frac{A_n}{z - a_n} = \frac{1 + \varepsilon_p(z)}{z}$$

en tous points d'une suite d'arcs rectifiables (avec $|\varepsilon| < 1\text{-}m$ et $m > 0$).

Analysis situs. D'après un travail de M. H. Weyl, l'étude des intersections des q- et des $(n\text{-}q)$- cycles d'ordre infini ne peut fournir de nouveaux invariants que si la dimension est un multiple de 4. M. *Georges de Rham* montre par une exemple simple que ces invariants sont effectivement nouveaux (variétés sans torsion, ayant mêmes nombres de Betti et non homéomorphes). L'Auteur étudie au même point de vue les cycles d'ordre fini.

Analyse. 1. Soit $X = X(x, y)$, $Y = Y(x, y)$ une transformation définie dans une région ouverte r et telle qu'à tout point intérieur à un domaine fermé de r correspond un point intérieur au domaine transformé, telle en outre qu'il n'y ait pas de continu dans R auquel corresponde un point unique. Cela étant, *M. S. Stoïlow* montre, notamment, que les points a qui correspondent dans r à un point (X, Y) sont isolés. — Cette propriété classique des fonctions analytiques est donc une conséquence d'un caractère topologique de ces fonctions.

2. Après avoir démontré et généralisé une proposition de M. Bloch, M. *Henri Cartan* énonce différents théorèmes. notamment celui-ci : Etant données trois fonctions méromorphes, l'une ou plus d'ordre 0, et une suite infinie quelconque de couronnes homothétiques s'éloignant à l'infini, il existe au plus deux valeurs prises simultanément par les fonctions dans toutes les couronnes.

3. Compétant un théorème célèbre de Weierstrass, M. *Paul Montel* montre que toute fonction continue de la variable réelle x qui admet un théorème d'addition algébrique est une fonction algébrique de x, e^x ou une fonction elliptique. L'Auteur recherche en outre les fonctions continues f de variable réelle telles que $f(x \pm y)$ soit une fonction rationnelle — ou même un polynome — en $f(x)$ et $f(y)$. Ces fonctions se ramènent par des substitutions linéaires à x ou à e^x (ou à x dans le cas de la *soustraction entière*).

4. Considérant une suite infinie d'ensembles linéaires, M. *Paul Lévy* analyse les propriétés de ces ensembles qui ne sont pas modifiées quand on modifie seulement ces ensembles pour x inférieur au nombre positif borné X; il étudie notamment l'ensemble commun à l'infini aux ensembles donnés.

5. M. *N. Saltykow* applique des conditions obtenues par M. Levi-Civita à la recherche des équations de la dynamique, à deux paramètres, que l'on peut intégrer par séparation des variables; il obtient ainsi le cas de Liouville et deux autres types qui généralisent des équations données par Stäckel.

6. Introduisant un opérateur différentiel permutable avec les différentiations effectuées sur les équations du trièdre mobile de G. Darboux, M. *A. Buhl* obtient des résultats qui permettraient de rapprocher les travaux de MM. Cosserat de ceux de M. Einstein.

7. M. *Renato Caccioppoli* indique une condition nécessaire et suffisante pour le passage à la limite sous le signe somme; cette condition utilise la définiton de l'intégrale au sens de M. Borel et la considération de certains ensembles I, appartenant à l'intervalle d'intégration $b\text{-}a$, et tels que les fonctions convergent uniformément sur I et que $b\text{-}a$- mes I soit arbitrairement petit.

8. M. *Soula* apporte différents compléments au principe de Picard, étudié par M. Bouligand. Il envisage notamment des domaines plans limités par n courbes fermées, sans point double, n'ayant qu'un seul point commun A; toute fonction analytique dont la partie imaginaire est positive dans le domaine, nulle sur le contour (sauf en A) prend dans le domaine n fois toute valeur dont la partie imaginaire est positive.

9. Soit $t(r)$ une fonction positive croissante de r - ∞; si la borne supérieure de $|\varphi_n - \varphi| : t(r)$ tend vers 0 avec $1 : n$, M. *Paul Flamant* dit que les fonctions entières φ_n convergent uniformément relativement à $t(r)$, et il généralise d'une manière analogue les notions qui se présentent dans la théorie des familles normales; il obtient ainsi divers énoncés, tel le suivant : si une suite infinie de fonctions appartenant à une famille normale tend pour une valeur particulière de x vers ∞, il en est de même quel que soit x.

10. Poursuivant ses recherches sur la croissance des transcendantes de Fredholm, M. *A. Gheorghiu* montre que le dénominateur de Fredholm relatif à un noyau continu et à variatiion bornée est au plus d'ordre un, si la dérivée $\frac{dK}{dx}$ considérée comme fonction de x vérifie une hypothèse analogue, le dénominateur de Fredholm est au plus d'ordre 1 : 2.

11. M. *Georges Calugaréano* étudie les fonctions $f(z) = P + iQ$ où P. et Q sont dérivables en x et y ($z = x + iy$); la limite de $\frac{df}{dz}$ dépend d'une façon simple de la direction de la courbe suivie par z; ces fonctions peuvent servir à l'intégration des équations différentielles.

12 et 13. Dans l'étude du nombre des zéros d'une fonction méromorphe appartenant à un domaine, il y a intérêt à pouvoir passer d'un domaine à un autre plus petit; s'appuyant sur des résultats dus à P. Boutroux et à R. Nevanlinna, M. *Henri Milloux* obtient des théorèmes qui peuvent servir de base à ce passage; ces résultats permettent à M. *Georges Valiron* de compléter différentes propositions qu'il avait formulées récemment sur les zeros des fonctions méromorphes.

16. S'il existe une surface de Riemann Φ dont une portion F' corresponde biunivoquement et conformement à une surface de Riemann F, on dit que Φ prolonge F; M. *de Possel* indique des cas étendus où une surface de Riemann est prolongeable et il signale un problème qui,

suivant le sens où il sera résolu, fournira une contribution importante à l'étude des types de surfaces de Riemann ou à celle des propriétés de la représentation conforme.

17. L'étude des sous-groupes du groupe de Fredholm a conduit M. *J. Delsarte*, notamment, au résultat suivant : il existe un sous-groupe dont les rotations, qui laissent invariante une M linéaire fonctionnelle, forment un groupe isomorphe à celui des transformations homographiques de l'espace à trois dimensions laissant une quadrique invariante.

18. M. *André Roussel* cherche la limite de l'accroissement d'une fonction à l'accroissement correspondant d'une autre fonction, à variation non bornée, et il étudie le problème analogue à celui de l'intégration; il trouve que certaines fonctions jouent dans ce problème le même rôle que les constantes dans l'intégration classique.

19. Appliquant les méthodes de M. S. Bernstein, M. M. *W. Brecka* et J. *Gueronimus* résolvent le problème suivant : déterminer le minimum de l'oscillation dans (—1, +1) des polynomes non décroissants de degré n dont la dérivée seconde atteint en un point de l'intervalle la valeur 1; ils traitent en outre une question analogue pour les polynomes monotones d'ordre $h + 1$.

Géométrie. 1. M. *R. Cœnen* étudie les surfaces sur lesquelles il existe un réseau de courbes coordonnées dont la somme des courbures géodésiques est nulle.

2. Etendant à l'espace projectif un problème de G. Darboux, M. *L. Féraud* envisage les surfaces admettant un groupe à r paramètres de déformations projectives, et il recherche les surfaces admettant des groupes ∞^r d'homographies et applicables sur S. Il signale notamment des classes obtenues par M. Cech et possédant la propriété précédente.

3. Poursuivant les recherches antérieures, M. *P. Vincensini* donne des constructions simples qui permettent d'obtenir dans toute leur généralité les congruences à enveloppée moyenne point et les congruences à foyers associés équidistants d'une droite fixe.

Géométrie différentielle. 1. Si entre deux variétés à k dimensions d'un E_n il existe une correspondance biunivoque, et, pour chaque couple de points correspondants une homographie qui fasse coïncider les E_2 (ou E_3) osculateurs aux courbes correspondantes passant par ces points, les variétés sont projectivement applicables avec contact géométriques au 2e (3e) ordre : tel est le théorème de Bersano, démontré déjà par Cech pour $k = 2$, $n = 3$; en outre, des résultats dus à MM. Fubini, Cartan, Bersano assurent l'existence d'un contact analytique. — M. *Alexandre Pantazi* montre que, sauf pour une classe exceptionnelle de variétés, ces résultats s'étendent au 4e et au 3e ordre.

2. M. *V. Hlavaty* indique une relation entre les courbures d'une géodésique arbitraire appartenant à une variété riemannienne à deux dimensions avec torsion.

Géométrie infinitésimale. 1. Précédemment, M. *E. Goursat* avait indiqué le rôle des caractéristiques doubles dans la recherche des surfaces admettant un élément linéaire donné; l'Auteur reprend la question en supposant que le support de la caractéristique est une géodésique; il trouve ainsi des surfaces définies par une suite d'équations différentielles du 2e ordre et admettant une droite pour ligne transcendante.

2. Antérieurement, M. Gambier a obtenu une relation qui relie l'arc, la courbure, la torsion de toute courbe tracée sur une surface S; en s'appuyant sur les formules de transformation de coordonnées, M. *Finikoff* montre que, réciproquement, toute courbe qui vérifie l'équation différentielle de M. Gambier est située sur la surface.

3. M. *Bertrand Gambier* étudie les correspondances entre deux surfaces qui font correspondre l'une à l'autre 1, 2 ou 3 familles de géodésiques; il étudie au même point de vue la conservation les lignes de longueur nulle et celle des lignes de courbure totale constante.

4. La considération d'un ds^2 de Liouville permet au même Auteur de définir *in abstracto* des surfaces fermées convexes sans singularités; de ces surfaces, la sphère est la seule surface à antipodes : c'est un cas particulier d'une proposition donnée comme vraisemblable par M. Blaschke.

Mécanique analytique. 1 et 2. A propos d'une publication récente de M. Birkhoff sur les équations de la dynamique, M. *G. Vranceanu* indique une classe de solutions périodiques qui peuvent avoir des multiplicateurs nuls et pour lesquelles on peut reconnaître la stabilité trigonométrique complète. Le système différentiel qu'il indique est formellement équivalent au suivant :

$$\xi'_j = i\,R_j\,\xi_j,\ \mu'_j = i\,R_j\,\mu_j,\ k = c$$

où R est une fonction des ξ, μ et des ζ à coefficients réels et constants. Puis il étudie plus spécialement un exemple où l'équation caractéristique ayant au moins deux racines nulles, on a des solutions à très longues périodes.

3. Dans une autre Note l'Auteur reprend ses recherches sur les variétés non holonomes et signale des tenseurs liés aux équations des géodésiques.

Mécanique appliquée. M. Karman a étudié le flambage non élastique par une méthode graphique et sans tenir compte du raccourcissement de la barre. M. *Michel Broszko* étudie le problème par le calcul; sa méthode s'applique au flambage de barres encastrées de façons très diverses.

Mécanique céleste. Poursuivant ses importantes recherches sur les figures d'équilibre d'une masse fluide hétérogène, M. *R. Wavre* obtient deux formules très simples qui représentent la pesanteur et la densité à l'aide de la loi de répartition des surfaces d'égale densité et de la connaissance de l'attraction au pôle de la surface libre. A l'aide du théorème de Stokes, il obtient en outre une condition nécessaire et suffisante d'équilibre relatif.

Hydrodynamique. 1. M. *Alfred Rosenblatt* étudie les mouvements stationnaires et incompressibles d'un liquide visqueux, lorsque l'effort élémentaire est normal à l'élément de fluide. Il montre, par exemple, que dans le cas du mouvement plan, on peut choisir le paramètre ψ des lignes orthogonales aux lignes de flux $\varphi = C$, de manière que la transformation (φ, ψ) conserve les aires.

2. A l'aide de la représentation conforme sur un cercle, M. *E. Carafoli* étudie le mouvement plan d'un fluide circulant autour d'un cylindre indéfini, qui se déplace normalement à ses génératrices. Il détermine les potentiels dus à la rotation et à la translation, la résultante et le moment résultant général.

Elasticité. 1. M. *Belzecki* étudie l'équilibre d'un cylindre creux élastique dans le cas où la dilatation cubique est nulle et où les forces extérieures ne dépendent pas de φ. On manque de constantes arbitraires pour satisfaire à toutes les conditions relatives aux surfaces, mais on peut obtenir une solution approximative simple.

2. Précédemment, M. *Louis Roy* avait appliqué les méthodes de l'Energétique au mouvement des surfaces élastiques à six paramètres; l'Auteur emploie la même méthode pour les surfaces à trois paramètres, et il obtient

ainsi les trois équations indéfinies (qui correspondent aux équations de la ligne élastique à quatre paramètres) et les six conditions aux limites (qui se réduisent d'ailleurs à cinq).

3. M. *J. Haag* utilise les formules de transformation d'une forme quadratique en son adjointe pour calculer les forces en fonction des déformations en inversement; il donne une application de la méthode au spiral plan et envisage notamment le cas où l'axe du balancier passe par le centre de gravité du spiral (ou en est voisin).

Théories des marées. Ayant trouvé une divergence considérable entre les marées théoriques et les marées réelles de la Mer Rouge, Blondel avait été conduit à attribuer au frottement la cause de ces écarts; mais en réalité, comme le remarque Mme *E. Chaudon*, une erreur de signe s'était glissée dans ses calculs. Assimilant la Mer Rouge à une succession de canaux de même largeur et de profondeur variable d'un canal à l'autre, l'Auteur a pu établir que le frottement ne joue aucun rôle appréciable dans les marées de la Mer Rouge; les résidus (observation moins calcul) atteignent au plus (et dans un seul cas) 34 centimètres.

Astronomie. M. *V. Nechville* étend aux étoiles dont les mouvements apparents dépassent ε'' les formules de la théorie des deux courants (Eddington) et de la théorie ellipsoïdale (Schwarzschild). Il se trouve que les courbes de fréquence de la seconde théorie peuvent prendre des formes complètement analogues à celles de la première.

Physique générale. Quand on passe de la cinématique à la dynamique on doit introduire une variable supplémentaire, la masse; M. *Al. Proca* observe que, du même coup, on voit s'introduire dans les équations canoniques la variable conjuguée de la masse, qu'on peut désigner par $c\lambda$, λ ayant la dimension d'une longueur : ainsi l'étude de la dynamique nécessite un univers à 5 dimensions, x, y, z, et λ. Dans la théorie des quanta, λ est une variable périodique dont la période est un multiple de la longueur d'onde des ondes de M. de Broglie. La Mécanique ondulatoire apparaît ainsi comme un cas particulier (lié à l'introduction de fonctions périodiques) d'une dynamique plus générale.

Physique mathématique. Pour mesurer la vitesse de propagation de l'attraction, V, M. *E. Kogbetliantz* propose de faire tourner un gyroscope, d'axe vertical, au-dessous d'une balance de torsion. La vitesse V serait mesurée par le déplacement du spot lumineux; si V est de l'ordre de c, et si le gyroscope est du type de ceux qu'on emploie contre le roulis, la déviation serait mesurable (et par suite V).

Optique géométrique. Comme l'observe M. *Marcel Dufour*, la troisième équation de Sturm exprime que le rayon réfracté reste dans le plan d'incidence quand on passe d'un rayon du pinceau astigmate au rayon infiniment voisin.

Optique physique. Les auteurs qui ont évalué la diffusion de la lumière dans un fluide ont admis : 1° la possibilité de décomposer le volume fluide en éléments assez petits pour que les vibrations de leurs molécules soient en concordance de phase; 2° l'indépendance des fluctuations moléculaires de deux éléments voisins. — M. *J. Cabannes* observe que la seconde hypothèse, en contradiction d'ailleurs avec la première, doit être rejetée. Le calcul effectué dans ces conditions lui permet de retrouver la formule classique, ce qui peut s'expliquer par le fait que la théorie classique commettait une seconde erreur, compensatrice de la première.

Electricité. M. *F. Margoud* donne les équations générales d'une machine bipolaire, triphasée, synchrone non saturée, hors du régime normal; ces équations permettent d'expliquer les selfs de discontinuités, les régimes périodiques ou exponentiels et donnent la valeur du couple d'auto-accrochage.

Calcul des probabilités. 1. M. *Khintchine* a donné une formule relative aux espérances mathématiques d'une suite de grandeurs éventuelles mutuellement indépendantes; il n'avait établi cette formule que dans certains cas particuliers; M. *A. Kolmogoroff* la justifie dans des conditions assez générales.

2. M. *Constant Lurquin* étudie les valeurs moyennes des différences successives d'écarts simples. Ses formules complètent notamment le théorème de Bienaymé-Tchebycheff; elles généralisent la notion d'écart moyen quadratique pour des différences d'écarts d'ordre quelconque.

René Garnier.

Radiotélégraphie

Les lampes en silice pour la radiotélégraphie. — La silice, dont la température de ramollissement (1.500 à 1.700°) est relativement élevée, dont le coefficient de dilatation est faible, qui est un excellent isolant, et qu'on sait aujourd'hui travailler assez facilement, peut être avec avantage substitué au verre dans la construction des lampes à trois électrodes utilisées en radiotélégraphie (1).

Pour l'entrée des conducteurs, on peut prendre un joint formé d'un bouchon de plomb fondu dans le vide, à travers les parois épaisses d'un tube de silice. Dans ces conditions, le plomb adhère à la silice et forme un joint étanche. Ce joint doit être constamment refroidi pour ne pas se détériorer à l'usage. Les électrodes sont en tungstène ou en molybdène et le filament, toujours en tungstène. La grille est constituée, en général, par un cadre en molybdène avec une spirale ou un grillage en tungstène ou en molybdène. L'anode, lorsqu'elle est du type à radiation, est cylindrique; elle est formée d'un fil de molybdène tressé à la façon d'un fond de panier.

Pour les lampes d'une puissance supérieure à 15 kw., la dissipation d'énergie par radiation n'est plus suffisante. On refroidit alors la lampe, soit extérieurement, soit intérieurement, par un procédé artificiel tel que le refroidissement dans un bain d'huile ou par circulation d'eau et d'huile dans un serpentin entourant l'anode.

La tension du circuit de plaque de ces lampes varie de 8.000 à 11.000 v. pour une puissance de 2 à 5 kw et de 12.000 à 14.000 v. pour des puissances supérieures.

A. Be.

T. S. F.

Sur la propagation des ondes courtes. — Dans une note précédente, nous avons indiqué quelques résultats intéressants obtenus sur la propagation des ondes courtes. A la réception, l'enregistrement montre qu'un même signal à l'émission donne deux signaux différents, l'un ayant suivi le chemin direct de l'émetteur au récepteur, l'autre ayant suivi le chemin opposé de l'autre côté de la terre. D'autres observations que nous allons résumer sont venues compléter les précédentes; comme ces dernières, elles ont été faites à Geltow.

(1) MM. Chirey, Shearing et Hughes, *Institution of electrical engineers*, août 1927.

En mai, la Compagnie Brésilienne de Radiotélégraphie mit en service un émetteur SPU d'ondes dirigées de 15,66 mètres de longueur avec une puissante antenne de 10 kws. Des signaux doubles intenses furent observées de 13.00 à 18.00 G.M.T. et de 20,45 à 23.30 GMT. Dans ce dernier intervalle, on observa des différences de temps dans l'enregistrement entre le signal direct et le signal double qui correspondaient à un parcours du deuxième autour de la terre de même sens que le premier, mais avec un tour complet en plus. Cette différence était égale à 0,135 à 0,140 seconde environ. La figure 143 montre un enregistrement oscillographique de deux signaux. Le signal

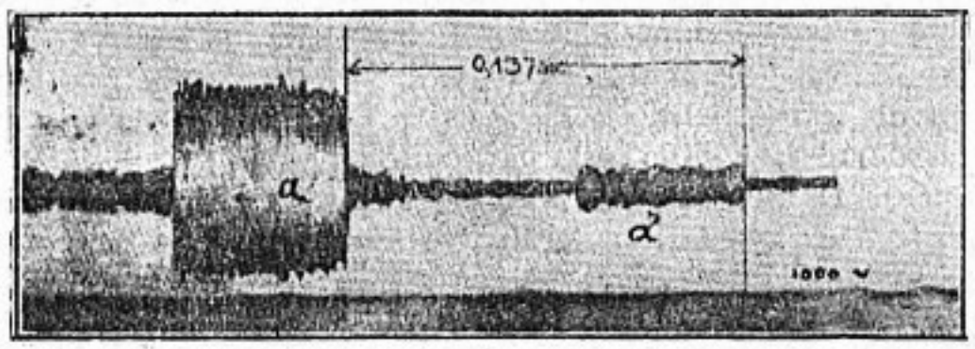
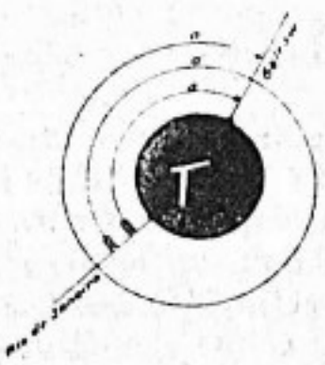


Fig. 143. — Signaux doubles reçus de S. P. U. Rio (15,5 m).
a = signal direct; a' = signal après un tour complet autour de la terre

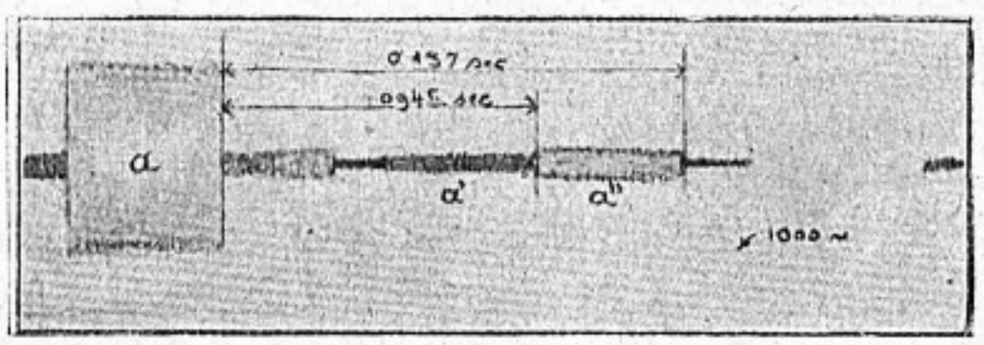
direct *a* a suivi le chemin direct de Rio à Geltow, l'autre *a'* a pris le même chemin passant au-dessus de Geltow et finalement arrivant à ce dernier point après un tour complet autour de la terre.

Dans la figure 144 qui est la reproduction d'un signal triple, on voit le signal *a* qui a suivi le chemin direct, le signal *a'* qui a suivi le chemin opposé de l'autre côté de la terre et le signal *a''* qui a suivi le trajet indiqué ci-dessus. Des observations de même nature furent faites en juin sur les émisions non dirigées de W1K (λ = 21,45 m.) en Amérique du Nord.

La figure 145 met en évidence le fait que les ondes peuvent faire plusieurs fois le tour de la terre. Cet enregistrement fut obtenu sur les signaux de SPU déjà cités. Cette station émet chaque seconde deux points espacés de 1/20° de seconde. Les signaux directs sont indiqués 1 et I. 0,1375 seconde plus tard on retrouve les signaux 2 et II qui ont fait un tour complet autour de la terre. 0,275 seconde plus tard, on retrouve les signaux 3 et III qui ont fait deux fois le tour de la terre. D'autres oscillogrammes montrent d'autres signaux supplémentaires ayant fait plusieurs fois le tour de la terre, mais ils ne sont pas aussi nets que les précédents. Il est remarquable que, bien que les ondes émises par SPU soient dirigées (beam system), l'on obtienne le signal qui a suivi le chemin opposé au chemin direct.



De ces observations, il résulte que la circulation autour de la terre se produit avec une facilité spéciale quand le grand cercle contenant les points émetteur et récepteur se trouve dans le crépuscule. Si ce chemin est éclairé, on observe seulement les signaux doubles ayant suivi le chemin opposé au chemin direct. Jusqu'à l'heure actuelle, les signaux doubles n'ont été observés que dans la bande



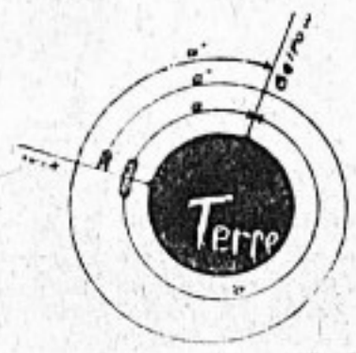


Fig. 144. — Signal triple reçu de W.I.K. Rochy-Point (21,45 m).
a = signal direct; a' = signal ayant suivi le chemin opposé; a'' signal ayant pris la même direction que le signal direct, mais ayant accompli en plus un tour complet autour de la terre.

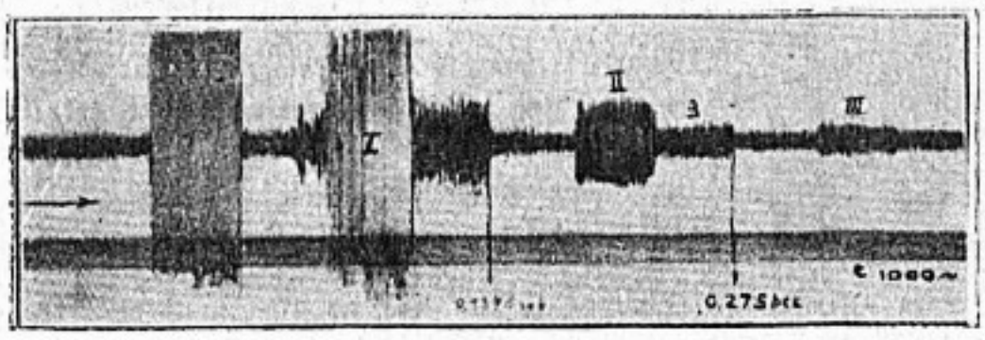


Figure 145. — Signal triple de S.P.U.
1 et I = signaux directs; 2 et II ont fait un tour complet autour de la terre; 3 et III ont fait deux tours complets.

de 14-34 mètres. Il est assez surprenant de constater qu'il reste une énergie notable après plusieurs circulations autour de la terre et ceci fait supposer que des trajets supplémentaires autres que ceux qui ont été enregistrés se produisent. Il restera, pour l'emploi pratique des ondes courtes à éviter le brouillage par ces signaux supplémentaires. D'autre part, l'observation systématique de ces derniers sera très utile pour l'étude de la propagation des ondes courtes.

P. Abadie.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Aviation

Le nouvel avion de transport Bréguet. — Le nouvel avion, limousine Bréguet, type 280 T., est un appareil de transport rapide, moyen porteur, à grand rayon d'action pour huit passagers, un pilote et un navigateur radiotélégraphiste.

Les matériaux entrant dans sa construction sont les mêmes que ceux du Bréguet XIX dont les preuves de résistance et de longévité ont été largement données. La méthode de fabrication employée permet un montage et démontage faciles et rapides des ensembles et assure une parfaite interchangeabilité des éléments.

La voiture et le train d'atterrissage sont ceux qui ont fait leurs preuves sur les avions de raid, vainqueurs du record de distance et sur l'avion avec lequel Costes et Le Brix ont accompli leur magnifique voyage de 57.000 kilomètres à travers le monde.

Le bâti-moteur est constitué de telle façon qu'il permet l'adaptation de tous moteurs entre 400 et 500 CV. et l'enlèvement rapide du groupe motopropulseur tout entier pour la visite, la réparation ou les essais.

La capacité des réservoirs d'essence atteint 640 litres. Elle permet de porter le rayon d'action à 1.100 kilomètres. Avec le combustible suffisant pour une étape de 500 kilomètres, par vent debout de 10 m. s., l'avion peut emporter, complètement aménagé avec poste de T. S. F., lavabos, tentures, etc., 8 passagers, 1 pilote, 1 navigateur et 220 kgr. de frêt.

Caractéristiques de construction :

Envergure	17 m. 250
Longueur	12. m. 125
Hauteur	4 m. 08
Surface portante	55 m² 86
Poids à vide	1.615 kgr.
Poids total	3.100 kgr.

Performances :

Charge enlevée, 8 passagers, frêt, combustible, pilotes, T.S.F., aménagem. divers	1.485 kgr.
Vitesse près du sol	200 km.
Montée à 1.000 m. en	6 minutes
Plafond	4.500 m.
Rayon d'action possible par vent nul	1.100 km.

Cette nouvelle limousine est particulièrement intéressante en ce sens qu'elle offre aux passagers et à l'équipage le confort que tous les voyageurs de l'air ont souhaité.

La cabine des passagers, dont toutes les parois sont tendues de simili-cuir, est plus grande que celle de tous les autres avions de même puissance, existant actuellement.

Elle est particulièrement aérée et éclairée par huit fenêtres entièrement libres et à glaces coulissantes.

Les fauteuils, du système pullmann, sont disposés près de chaque baie, sur deux rangées. Un couloir permet aux passagers de se rendre, vers l'arrière, aux lavabos, vers l'avant, au poste de l'équipage qui communique avec la cabine par une large porte.

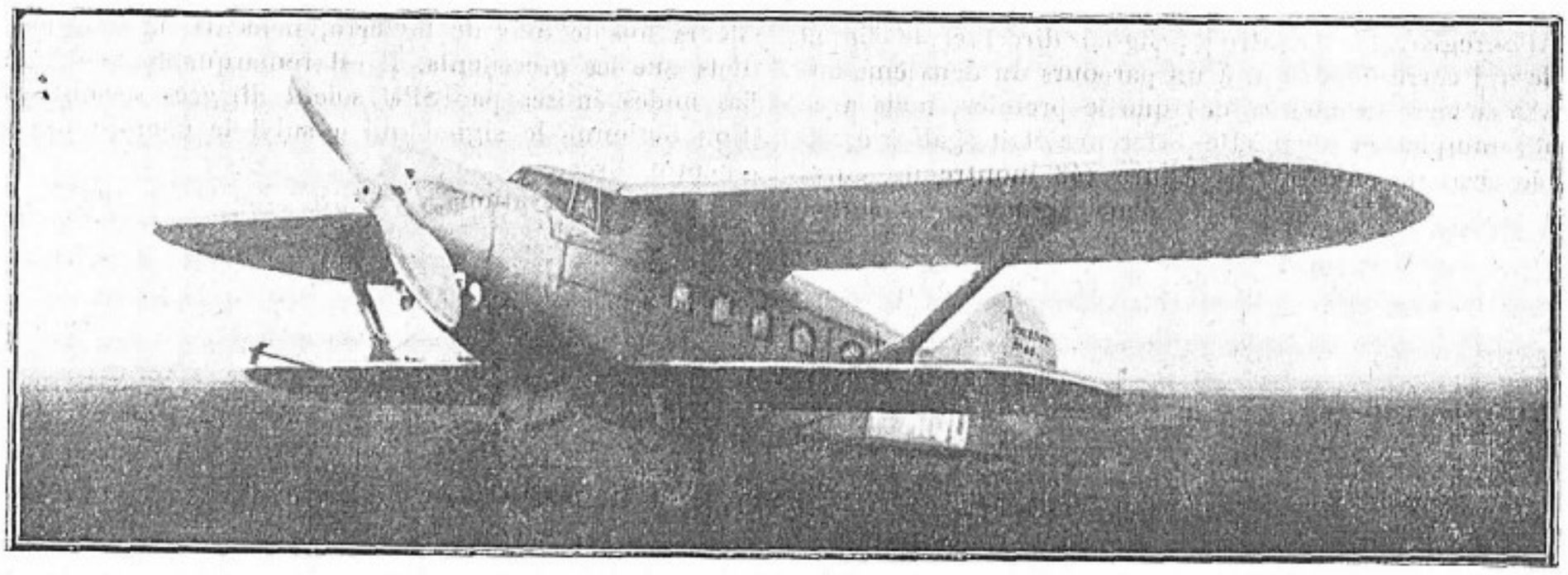


Fig 146. — Le nouvel avion de transport Bréguet de 280 T.

Le poste de l'équipage est aménagé en conduite intérieure. Il est double à commande.

Il offre place pour un pilote et un navigateur radiotélégraphiste placés côte à côte et parfaitement abrités.

Ainsi aménagée, la nouvelle limousine Bréguet, type 280 T, donnera aux Compagnies, aux passagers et aux pilotes, toute satisfaction. S. R.

Métallurgie

L'Industrie du zinc en Australie. — Jusqu'à ces dernières années une seule petite exploitation se livrait à l'extraction du zinc nécessaire à la désargentation du plomb des fonderies de la « Broken Hill Association Smelters ». La production du zinc de cette petite fonderie de Port-Pirie était de 5.000 tonnes par an.

Il se fonda en 1916 la Société « The Electrolytic zinc Cº of Australasia ltd », qui s'établit en Tasmanie pour disposer des chutes d'eau de ce pays.

Le zinc électrolytique préparé, maintenant à l'usine de Risdon (Tasmanie) donne un métal à 99,95 o/o de pureté alors que celui de l'usine de Viviez (Aveyron) de la Société de la Vieille-Montagne titre 99,98 o/o. Le zinc préparé autrefois à Port-Pirie par les procédés thermiques ne dosait que 98,76 o/o de zinc pur, avec 1,15 o/o de plomb.

D'après les renseignements donnés par M. A. Billaz dans les *Annales de l'Energie* (sept. 1927). L'usine de Risdon (Tasmanie) qui dispose de 33.000 chevaux a produit, en 1925, 47.328 tonnes de zinc. (Une usine des Etats-Unis, à Great Falls de l'Anaconda Copper Mining Cº

a produit 73.450 tonnes, une usine du Canada, à Trail, de la Consolidated Mining and Smelting C° a produit 33.960 tonnes, enfin l'usine de la Vieille-Montagne, à Viviez, (Aveyron) a produit 4.000 tonnes).

Le procédé employé consiste en un grillage des blendes, qui produit la formation d'oxydes et de sulfates, avec dégagement de SO^2 que l'on récupère pour la fabrication de l'acide sulfurique par le procédé de contact. La seule usine de Port-Pirie donne 60 tonnes d'acide monohydraté par jour destiné aux usines des Compagnies de superphosphates de Port-Adélaïde. D'autres centres de grillage de minerai sont à Cokle Creek (Nouvelles Galles du Sud) ou « The Sulphide Corporation ltd » peut griller 30.000 tonnes de concentrés par an (concentrés de Broken Hill). A Risdon, près de l'usine d'électrolyse 4 fours grillent la blende de Broken Hill, à raison de 25 à 30 tonnes par jour. Une usine de superphosphates utilise l'acide sulfurique produit (10 000 tonnes d'acide monohydraté par an). Dans cette usine de Risdon un important perfectionnement est appliqué, il consiste à récupérer par flottation les sulfures non décomposés par un premier grillage.

D'autres centres de grillage alimentant des usines d'acide sulfurique sont à Broken-Hill, Port Adélaïde, Wallaroo.

Les concentrés grillés sont soumis à une lixiviation en milieu sulfurique : le sulfate de zinc et l'oxyde sont dissous, en sulfate avec le fer, le cuivre, le cadmium, l'arsenic, l'antimoine. On purifie la solution en éliminant arsenic, antimoine. Les détails de ces opérations de purification de la solution de sulfate de zinc, de même que le mode opératoire pour récupérer les autres métaux n'a pas été publié.

L'électrolyse de la solution de sulfate de zinc se fait dans des bacs; dont les cathodes sont d'aluminium et les anodes de plomb, sur lesquelles s'effectuent la régénération de l'acide sulfurique et le dégagement de l'oxygène.

Les cathodes sont relevées mécaniquement après 48 à 72 h. de fonctionnement et le zinc détaché est conduit à la fonderie.

L'énergie électrique est fournie sous forme de courant continu à 550 volts, la quantité absorbée est maintenant de 34.000 chevaux en moyenne, avec une production annuelle de 47.328 tonnes métriques (1926).

Par tonne de zinc on consomme; d'après les estimations de M. Billaz 4.100 kwh.

Comme sous-produits il y a : 8.128 tonnes métriques de plomb argentifère (contenant environ 3.540 d'argent); 183 tonnes métriques de cadmium; environ 265 tonnes métriques de cuivre.

Le soufre permet de produire des superphosphates, ce qui constitue une grande source de richesse pour l'Australie autrefois obligée d'importer ses engrais.

L. Ricotard.

Génie civil

L'aqueduc de l'Apoulie. — Le voyageur arrivant à Brindisi en chemin de fer est frappé du contraste entre les plaines fertiles du Nord et la région relativement stérile du sud-est de l'Italie qu'il traverse avant d'arriver à Foggia. Cette région qui comprend les provinces de Foggia, Bari et Lecce a une surface d'environ 10.000 km². Elle renferme plusieurs villes importantes parmi lesquelles les plus connues sont Brindisi et Taranto, sans compter Bari, grand centre industriel avec 140.000 habitants. La chaîne des Apennins qui s'étend presque sur toute l'Italie, se réunit aux Monts de Murge à la latitude de Naples; un coup d'œil sur la carte fait voir que ces montagnes forment la limite occidentale des provinces de Foggia et de Bari, tandis que la province de Lecce est bornée par le golfe de Taranto. L'altitude moyenne de la plaine de Lecce est d'environ 50 m., mais au-delà l'altitude augmente et atteint 200 m. dans le plateau à proximité du cap Santa Maria di Leuca.

Les pluies, dans l'Apoulie, sont plutôt faibles, elles sont particulièrement rares dans la province de Lecce qui renferme les villes les plus importantes. Dans la province de Bari, elles s'élèvent de 375 à 575 mm. par an, mais l'eau est rapidement amenée à la mer par la forte pente des monts de Murge et la grande perméabilité du sol. Il y a longtemps que ce problème de l'alimentation en eau de cette province de l'Apoulie a attiré l'attention et en 1902 un projet avait déjà été établi pour tirer parti des sources du fleuve Sele situées à Caposele dans la province d'Avellino à environ 80 km. à l'est de Naples. Ce fleuve a son embouchure dans le golfe de Salerne, il se trouve ainsi sur toute sa longueur sur le versant opposé à l'Apoulie. Le plan primitif comprenait un acqueduc pour amener l'eau de Caposele à Villa Castelli, petite ville située à environ 13 km. au nord-ouest de Francavilla dans la province de Lecce; de là, on l'aurait amenée en passant au moyen d'un syphon dans la plaine de Lecce, au plateau élevé au sud-ouest. La distance en ligne droite de Caposele à Villa Castelli est d'environ 180 km. et l'on se proposait de fournir l'eau aux différentes provinces traversées au moyen de conduites ou d'aqueducs disposés en conséquence. On a suivi ce plan dans ses grandes lignes et, en 1926, les travaux étaient déjà très avancés. On a ajouté un aqueduc pour amener l'eau de Villa Castelli à Brindisi et l'on peut dire qu'aujourd'hui on fournit l'eau à tous les centres importants que comprenait le premier projet, il ne reste plus que la pointe extrême du Sud-Ouest à alimenter. Ce travail présente les plus grandes difficultés techniques, mais est cependant déjà très avancé.

Pour se faire une idée de l'importance de ce travail, on peut comparer l'aqueduc construit avec d'autres en service. L'aqueduc de Catskill destiné à alimenter New-York a une longueur de 176 km. et une capacité de 27,6 m³ par seconde; l'aqueduc de Coalgardie en Australie a 563 km. de longueur et une capacité de 0,3 m³ par seconde, tandis que l'aqueduc de Pugliese avec ses embranchements a une longueur totale de 2.070 km. et sa capacité est de 5.5 m³ par seconde. En quittant les travaux de Caposele, l'aqueduc traverse les Apennins par une série de tunnels dont la longueur totale s'élève à 55 km., puis traverse ensuite les monts de la Murge par un tunnel de 16 km. Dans ce canal l'eau coule à une vitesse de 90 cm. à 1 m. 20 par seconde. Comme dit plus haut, la longueur totale de ce canal est d'environ 240 km., il comprend 99 tunnels d'une longueur totale de 109 km., 77 ponts d'une longueur totale dépassant 6,4 km. et 6 syphons. Les ponts sont en briques ou en béton armé, le plus important est un pont de 14 travées sur le Bradano, il a une longueur de 207 mètres et une hauteur de 31,5 m., il y a encore un pont de 33 arches sur la Fiumera de Atella avec une longueur de 411 mètres et une hauteur de 22,8 m. Là où l'aqueduc est au niveau du sol, la chaleur que dégage le soleil en été est facilement dispersée, mais avec les ponts il fallut prendre des précautions spéciales pour éviter le chauffage exagéré de l'eau. Les syphons les plus importants sur cet aqueduc sont ceux de Calcari avec une longueur de 456 m. et une pression de 3,2 atm.; de Locone, d'une longueur de 1.065 m. et une pression de 5,3 atm. et celui de Pa-

lazzo St Gervasio avec une longueur de 4.320 m. et une pression de 2,3 atm.

On aura une idée des aqueducs subsidiaires en se représentant en détail le groupe d'aqueducs desservant une tranche spéciale telle que les provinces de Bari et de Matera. Le canal principal traverse ces provinces sur toute leur longueur, il est parallèle à la côte et à une distance d'environ 27 km. Du canal principal, partent 18 canaux plus faibles. Ces canaux desservent 50 réservoirs. Ceux-ci ont une capacité de un million de mètres cubes et desservent 58 centres de distribution. Le canal principal coule le long des formations calcaires de la Murge à une hauteur moyenne de 350 mètres, la plus grande partie des agglomérations à desservir étant moins élevées, elles le sont par simple descente de l'eau. Les quelques villes et villages situés plus haut sur le versant des Apennins sont alimentées par des pompes électriques.

Revenant à la disposition destinée à desservir la région élevée au-delà de la plaine de Lecco, on a déjà dit que le projet primitif prévoyait la fourniture d'eau dans cette région par un simple syphon partant de Villa Castelli. Il est inutile de faire voir la difficulté de ce projet qui aurait nécessité un syphon ayant une longueur d'environ 180 km. On étudia une série d'autres plans et finalement, en 1919, on se décida à employer un syphon plus court avec des pompes. L'extrémité du canal principal est à une altitude d'environ 335 m. et de ce point une conduite part à la station hydro-électrique de Contrada Battaglia, la différence de niveau entre le canal et la station étant de 117 m. Le syphon prend dans la chambre de décharge des turbines et débouche dans un réservoir près de S. Fancrazio où il bifurque. Une branche, appelée la branche de l'Adriatique, dessert Cellino et Lecce et se termine dans un réservoir avec station de pompage à Galugnano. La seconde branche appelée la branche de l'Ionienne, dessert Zangara et Nardo et débouche dans un second réservoir à Galatone ayant également une station de pompage. Les deux stations de pompes reçoivent leur courant de la station de Contrada Battaglia et élèvent 380 litres d'eau par seconde pour desservir Salentina. De cette façon, on a pu réduire le syphon à 120 km. On l'a exécuté en béton renforcé, il a un diamètre variant de 97.5 à 67.5 cm., il est soumis à une pression maxima de 5 atm. Les sources débouchent des remparts calcaires du Mont Paflagone à une hauteur de 415 à 500 m. au-dessus du niveau de la mer.

Ce travail a été soumis à toute une série de difficultés provenant surtout des tunnels; on peut comparer trois de ces tunnels par suite de leur longueur et de la nature spéciale des roches traversées aux tunnels les plus difficiles construits jusqu'à présent. (*Engineering*, 2-9-27).

E. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 30 avril 1928.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *W. Brecka* et *J. Geronimus* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les polynomes monotones qui s'écartent de moins de zéro.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *G. Valiron* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les cercles de remplissage des fonctions mésomorphes.**

THÉORIE DES NOMBRES. — *J. Favard* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les nombres algébriques.**

— *A. Denjoy* (prés. par M. Goursat). — **Sur les séries de fractions rationnelles.**

GÉOMÉTRIE. — *P. Vincensini.* — **Les congruences de normales dans leurs relations avec certaines congruences rectilignes.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Bertrand Gambier.* — **Lignes géodésiques, lignes de longueur nulle, lignes de courbure totale constante.**

ÉLASTICITÉ. — *J. Haag* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur le calcul de certaines déformations élastiques, avec application au spiral plan.**

HYDRODYNAMIQUE. — *E. Carafoli* (prés. par M. Rateau). — **Sur le mouvement général autour d'un contour.**

PHYSIQUE DU GLOBE. — *H. Buisson* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Mesures de l'ozone de la haute atmosphère pendant l'année 1927.**

L'absorption de plusieurs longueurs d'onde en fonction de l'épaisseur d'air traversé est déterminée au moyen de poses photographiques effectuées le même jour pour différentes hauteurs du soleil. Connaissant les coefficients d'absorption de l'ozone pour ces mêmes longueurs d'onde, on en déduit la quantité qui a produit cette absorption. On arrive ainsi à déterminer l'épaisseur d'ozone pour plusieurs jours bien choisis. D'autre part, on a une série de mesures comparatives en faisant sur une même plaque, pendant une quinzaine, une pose par jour, le soleil étant chaque fois à la même hauteur. On obtient ainsi, de la façon la plus directe, la variation d'un jour à l'autre.

Les résultats, exposés dans un tableau confirment ceux de Dobson et de Harrison et ceux de Gotz. Il y a d'abord une grande variation annuelle, avec un maximum de 400 centièmes de millimètre d'épaisseur d'ozone pur au printemps et un minimum de 200 en automne, puis des variations irrégulières, à courtes périodes, liées à celles de la pression atmosphérique et de sens inverse.

OPTIQUE PHYSIQUE. — *F. Wolfers* (prés. par M. J. Perrin). — **Remarque sur la théorie de la lumière. Energie, cohérence et franges supplémentaires.**

La théorie classique seule ne permettant d'expliquer le fait expérimental des franges supplémentaires, l'auteur a cherché quelles hypothèses pouvaient être envisagées : hypothèses concernant les résonnateurs, hypothèses concernant les sources, hypothèses sur la propagation des photons. Au cours de ses recherches il a observé, avec les franges supplémentaires, un effet qu'il est impossible d'expliquer par une théorie ondulatoire seulement au quantique seulement. Comme il est indispensable de considérer les deux points de vue à la fois, de chercher une théorie générale encore inexistante.

OPTIQUE. — *J. Cabannes* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Un nouveau phénomène d'optique: les battements qui se produisent lorsque des molécules anisotropes en rotation et vibration diffusent de la lumière visible ou ultraviolette.**

D'après une récente découverte de Raman, le spectre de la lumière diffusée par un liquide parfaitement pur ne comprend pas seulement les radiations incidentes, mais aussi des radiations nouvelles, dont la place dans le spectre dépend à la fois de la lumière incidente et de la constitution chimique du liquide. Elles sont beaucoup moins intenses que les radiations diffusées sans changement de longueur d'onde, et elles se distinguent de la fluorescence habituelle par leur forte polarisation. Raman, pour expliquer ce phénomène remarquable, pense à un effet analogue à l'effet Compton, mais M. J. Cabannes croit pou-

voir l'expliquer, au moins en première approximation, sans faire intervenir les quanta de lumière, et qu'il faut y voir les battements optiques qu'il avait prévu en 1924 et depuis cette époque, il n'a pu mettre en évidence.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *F. Holweck* (prés. par M. J. Perrin). — **Production et absorption des rayons K de l'aluminium.**

L'auteur a étudié l'absorption dans l'air des rayons filtrés suivant une méthode qu'il indique Les diagrammes lagarithmiques trouvés sont parfaitement rectilignes et définissent pour l'air $\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{K+L}$ = 1.300 environ (épaisseur absorbant la moitié du rayonnement = 0 cm. 42). Ce coefficient d'absorption était bien relatif aux rayons K de l'Al (8 Å). On peut le comparer à celui trouvé précédemment pour l'azote et l'oxygène pour les rayons très mous avant la bande K et calculer le rapport J; on le trouve alors égal à 14 environ, tout à fait en accord avec le nombre précédent.

CHIMIE PHYSIQUE. — *L. Guillet.* — **Sur les applications de la nitruration de certains aciers spéciaux.**

Poursuivant ses recherches sur la nitruration de certains aciers, l'auteur décrit dans cette Note deux applications nouvelles très importantes pour les industries de l'automobile et de l'aviation. Ses recherches ont porté sur les cylindres de moteurs à explosion et sur les arbres vilebrequins.

La nitruration assure aux cylindres la conservation de leur très haute dureté même après l'échauffement qu'ils doivent subir durant le fonctionnement normal du moteur. Ils peuvent fonctionner indifféremment avec des pistons en fonte ou aluminium et ceux qui sont à base de magnésium.

En ce qui concerne les arbres vilebrequins, on peut faire frotter directement les alliages d'aluminium sur les aciers nitrurés et polis sans avoir à redouter usure ou grippement. En outre, des axes de piston nitrurés peuvent être montés directement dans les bielles en duralumin.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Ch. Moureu, Ch. Dufraisse* et *L. Giraud.* — **Recherches sur le rubrène (VII): Tension de dissociation du peroxyde de rubrène à la température ordinaire.**

Les auteurs dégagent, de leurs expériences, deux faits très nets : 1° la peroxydation du rubrène en solution par l'oxygène libre sous l'influence de la lumière est un phénomène réversible, la lumière pouvant, suivant la pression de l'oxygène au-dessus de la liqueur, produire le peroxyde ou le dissocier; 2° la tension de dissociation du peroxyde est déjà notable à la température ordinaire.

Enfin, les auteurs signalent les analogies qui existent entre la peroxydation du rubrène et celle de l'hémoglobine, et tout spécialement le fait que l'une et l'autre des deux substances peuvent, à la température ordinaire, permettre d'obtenir à volonté une absorption ou une libération d'oxygène.

CHIMIE MINÉRALE. — *M. François* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Préparation de l'iodure de mercurammonium $Hg^2N^4I^6$ à l'état cristallisé.**

Cherchant à démontrer l'existence de composés du type $Hg^9N^4I^6$ en obtenant l'un d'eux à l'état cristallisé, l'auteur a utilisé la méthode qui lui avait servi pour la cristallisation de l'iodure du dimercurammonium (*C.R.*, 130, 1900, p. 571). Il a obtenu un corps de couleur pourpre, presque noir, se présentant en cristaux microscopiques qui sont des prismes hexagonaux courts; le plus souvent on observe des groupements en forme de sphère, portant d'innombrables facettes hexagonales. L'analyse a montré qu'il s'agissait bien du $Hg^9N^4I^6$.

— *Ed. Urbain* et *V. Henri* (prés. par M. G. Urbain). — **Formation d'ammoniaque dans la préparation du phosphore.**

Dans le cours des opérations exigées par la préparation industrielle de l'acide phosphorique au four coulant, à partir des phosphates naturels, les auteurs ont observé que l'azote, normalement présent, dans le cas du four coulant, pouvait être chimiquement fixé et transformé, en présence de vapeur d'eau, en ammoniaque. Les résultats obtenus sont encore minimes; ils prouvent, toutefois, que dans les conditions de production de l'acide phosphorique au four coulant, on peut obtenir directement du phosphate d'ammoniaque en partant des phosphates naturels, de la silice, du charbon, de l'air atmosphérique et de l'eau sans que la présence du gaz pauvre produit simultanément constitue un obstacle.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Ch. Prévost* (prés. par M. Ch. Moureu). — **L'érythrène et ses dibromures.**

La fixation de deux atomes de brome par molécule, effectuée d'une part vers —20° dans le chloroforme, d'autre part vers — 90° dans le chlorure de méthyle, donne, et en grande majorité, le dibromure *trans*, Ce résultat qui confirme celui de Thiele, est en contradiction avec celui de Griner. Ce dernier avait, aussi, signalé l'isomère *cis* que M. Prévost n'a pas retrouvé, mais il a rencontré un peu de bromure 1, 2 $CH^2Br - CH\,Br - CH = CH^2$ qui doit peut-être en partie son origine à une transposition qui expose.

Ses recherches le conduisent à admettre que la tautomérie, la desmotropie des dibromures et la formation d'aldéhyde crotonique sont des cas particuliers de la transposition énolaldéhydique qui trouvent une explication très satisfaisante dans la théorie de la synionie.

— *Bourguel* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur les phénylpropines.**

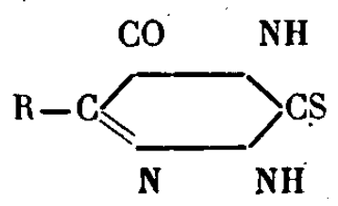
L'auteur a obtenu un phénylpropine vrai, nouveau carbure qui semble être l'homologue du phénylacétylène et du phénylbutine.

— *A. Meyer* (prés par M. Ch. Moureu). — **Sur les produits de condensation de l'homophtalimide avec les aldéhydes aromatiques.**

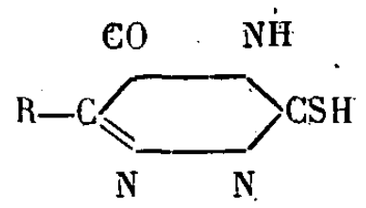
Dans le but de comparer les propriétés des dérivés de l'homophtalimide et du γ-oxy-carbostyrile avec celles des dérivés de l'oxyndol, etc., notamment au point de vue des relations entre la couleur et la constitution, l'auteur a étudié leur condensation avec les aldéhydes cycliques. Alors que l'homophtalimide réagit facilement molécule à molécule avec celles-ci, en milieu alcoolique ou acétique, en présence de diéthylamine ou de HCl, le γ oxycarbostyrile présente une remarquable inertie : sa condensation avec les aldéhydes est très lente et très difficile dans les conditions habituelles.

— *J. Bougault* et *L. Daniel* (prés. par M. Ch. Moureu) — **Sur les sulfoxytriazines.**

Dans une Note précédente, les auteurs avaient fait connaître quelques représentants des sulfoxytriazines substituées en 6, auxquelles ils avaient attribué la constitution :



Les nouvelles recherches qu'ils ont effectuées tendent à leur faire adopter de préférence la forme tautomère :



qui rend mieux compte de la plupart de leurs réactions : en particulier leur acidité très prononcée, la décomposition, par les alcalis, de leurs monoéthers avec production de mercaptans.

— *M. Nicloux* (prés: par M. G. Bertrand). — **Oxydation du glucose en solution alcaline par l'oxygène ou par l'air atmosphérique ; formation d'oxyde de carbone.**

L'auteur a cherché à déterminer quel est le changement d'une composition d'un volume déterminé d'oxygène mis au contact d'une solution alcaline de glucose. Il a constaté, la formation d'un gaz combustible, absorbable par le chlorure cuivreux, se combinant à l'hémoglobine, et qui est l'oxyde de carbone.

— *J. F. Durand* (prés. par M. P. Sabatier). — **Sur une synthèse de la quinone** (*rectification*).

M. Durand rectifie, en ce qui le concerne personellement, une Note parue récemment (*C.R.*, 184, 1927, p. 972) sous le titre: « *Addition de l'acétylène à l'oxyde de carbone: synthèse de la quinone* », Note publiée en collaboration avec M. Marcel Banos.

En conséquence, dans l'action d'un mélange d'acétylène et d'oxyde de carbone sur les solutions de chlorure cuivreux dans la pyridine, il ne se forme pas la moindre trace de quinone.

CHIMIE AGRICOLE. — *B. Ganossis* (transm. par M. P. Sabatier). — **Sur la défloculation et la plasmolyse des enduits terreux.**

L'auteur et M. J. Dumont (*C.R.*, 185, 1927, p. 1300) ont démontré précédemment qu'on peut rendre nulle la perméabilité de la terre au moyen des solutions décinormales CO^3Na^2 et CO^3Am^2, et qu'on peut rétablir cette perméabilité en faisant traverser la terre par une solution décinormale de $CaCl^2$. Les nouvelles recherches montrent qu'en dehors des carbonates alcalins, la soude, le chlorure et le nitrate de sodium font aussi obstacle à l'écoulement en amenant à la fin l'imperméabilité complète de la terre. Par contre, le nitrate et le sulfate de calcium ainsi que les KCl, KNO^3, HCl, HNO^2 se conduisent comme le $CaCl^2$ en rétablissant la perméabilité de la terre.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *Pierre Termier* et *Eugène Maury*. — **Nouvelles observations géologiques dans la Corse orientale : le Jurassique supérieur ; les terrains primaires antérieurs au granite.**

Cette Note a trait : 1° à la fixation définitive de l'âge néojurassique des alcalins de Caporalino, près d'Omessa ; 2° au rattachement à l'ère primaire, sans précision d'âge, mais avec la certitude de leur antériorité au granite, de deux complexes souvent très épais et couvrant de grandes surfaces, l'un où abondent des *roches brunes* à cassure polyédrique qui ne sont ni des gneiss, ni des micaschistes, ni des sédiments normaux, l'autre où abondent les *arkoses*.

— *Louis Barrabé* (prés. par M. Henri Douvillé). — **Le Callovien à Madagascar entre le cap Saint-André et la Betsiboka**

Il résulte des constatations exposées dans cette Note que c'est dans la région étudiée que se rencontrent les analogies les plus grandes, tant au point de vue faciès qu'au point de vue faune, entre le Callovien de Madagascar et celui des rives du géosynclinal de Mozambique en Afrique et dans l'Inde occidentale.

— *J. Junq* et *P. Geoffroy* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur l'efficacité de la méthode de prospection magnétique pour la recherche des failles dans l'Oligocène d'Alsace.**

Les auteurs ont entrepris de relever en détail le réseau de failles limitant, contre le Sannoisien du pied des Vosges, le Stampien de la partie axiale de la fosse rhénane. Ces terrains sont lithologiquement assez différents pour provoquer le long de leur ligne de juxtaposition par faille, des perturbations mesurables de la composante horizontale du champ magnétique terrestre.

L'appareil utilisé pour ces mesures est un théodolite-boussole de Brunner-Chasselon, servant habituellement à la mesure de la valeur absolue de la composante horizontale.

La possibilité, mise en évidence, de déterminer le parcours des failles dans l'Oligocène à travers une couverture moyenne d'alluvions, permet d'envisager sous un jour nouveau le problème de la recherche du pétrole en Alsace.

— *Léon Bertrand* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur le métamorphisme général des terrains secondaires dans certaines parties des Pyrénées.**

Ce métamorphisme est un phénomène général, dit l'auteur, existant en l'absence et à grande distance de tout affleurement des roches vertes et dont l'intensité tend à décroître, le long des Pyrénées, de l'Est vers l'Ouest.

— *H. Besairie* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur l'extension des calcaires à Syringopora dans le sud-ouest de Madagascar.**

Ces calcaires ont une très grande extension dans le Sud-Ouest de Madagascar. Les niveaux inférieurs lenticulaires indiquent que, par endroit, la mer permienne a communiqué avec les lacs qui ont déposé les couches à *Glossopteris*. La longue bande Vohipanana-Ambatokapika reste le témoin d'un essai de transgression marine, vite avortée.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Gabriel Bertrand* et *Georges Nitzberg*. — **La fonction cétonique de l'α-glucoheptulose.**

Tous les résultats exposés dans cette Note concordent pour démontrer que le nouveau sucre réducteur obtenu par l'action de la bactérie du sorbose sur l'α-glucoheptite est bien, comme on avait raison de le supposer, un sucre à fonction cétonique.

CHIMIE PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *H. Vincent*. — **Sur quelques substances non colloïdales à propriétés cryptotoxiques.**

Si, grâce à leur caractère colloïdal et à leur facile adsorption par les toxines microbiennes, les savons manifestent des propriétés antitoxiques puissantes, d'autres corps *non colloïdaux* (antipyrine, pyramidon, salicylate de soude, etc.), bien que moins actifs, n'en offrent pas moins le pouvoir de former aussi, avec les toxines, des complexes atoxiques et immunigènes.

Dès à présent, ces expériences fournissent l'explication, jusqu'ici mal connue, des effets favorables que détermine le salicylate de soude dans le traitement de certaines maladies toxi-infectieuses et elles conduisent, peut-être, à en étendre les applications.

MYCOLOGIE. — *L. Lutz* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur l'influence exercée par le support sur les caractères**

morphologiques du Polypore du Bouleau. Contribution à l'étude du rôle antioxygène du tanin.

Le bois de Chêne est normalement invulnérable pour le Polypore du Bouleau, mais, en le soumettant à une série de délavages méthodiques par l'eau à 120°, on le prive progressivement de ses tanins solubles, si bien qu'il arrive un moment où il devient vulnérable.

Si l'on ensemence aseptiquement du mycélium d'*Ungulina betulina* sur un rondin de Chêne amené par délavages au stade indiqué précédemment, puis stérilisé, on peut, au bout de plusieurs mois, obtenir la fructification du Champignon. Mais cette fructification s'accompagne de phénomènes remarquables quant à la couleur du mycélium qui, de blanc, finit par devenir brun fuligineux foncé. Le chapeau passe lui-même par les mêmes phases successives de coloration.

Cette expérience, outre la confirmation des données déjà acquises sur la spécificité et sur l'oxydabilité du tanin, montre à quel point les caractères extérieurs d'un Champignon peuvent être modifiés lorsqu'il se développe sur un support inaccoutumé et combien il convient d'être prudent dans l'interprétation de la valeur systématique de l'espèce en mycologie.

ALGOLOGIE. — *G. Ollivier* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur les bromuques de diverses Céramiacées.**

La réaction de C. Sauvageau a permis à l'auteur de déceler la présence de bromuques sur les individus robustes et en voie d'accroissement de plusieurs espèces de *Ceramium*. Les bromuques manquent chez les individus de ces mêmes espèces qui ont terminé leur croissance. D'autres espèces sont toujours dépourvues de bromuques.

BIOLOGIE. — *E. Roubaud* (prés. par M. E. L. Bouvier) — **L'influence maternelle dans le déterminisme de l'ast-hénobiose acyclique ; Métagonie et réactivants métagoniques**

La stagnation prolongée des ovules avant la ponte dans l'organisme maternel, la maturation difficile de ces éléments chez des femelles physiologiquement peu actives, affectent directement d'un patrimoine torpide la destinée des individus qui en procèdent. Ces individus se montrent frappés, dans un avenir plus ou moins prochain, d'incapacité évolutive; leur développement s'arrête à un stade plus ou moins avancé, et l'état sexué ne peut être obtenu sans l'intervention réactivante de stimulants spécifiques.

L'auteur distingue sous le terme particulier de *métagonie* le processus réactivant supplémentaire s'exerçant tardivement sur des organismes en cours de développement pour engendrer l'achèvement de l'évolution et l'obtention de l'état définitif.

PARASITOLOGIE. — *L. Léger* et *C. Motas* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **Parasitisme et phénomène de transport d'un Hydracarien chez un Chironomide du genre Cricotopus.**

Les observations relatées dans cette Note montrent : 1° que le *Cricotopus biformis* est une Chironomide à ponte sociale; 2° que les jeunes larves *Piona disparilis* passent leur première phase de croissance comme parasites sur les femelles de *Cricotopus* qui deviennent ainsi des agents de dissémination de l'Hydracarien. De plus, celui-ci, transporté en nombre sur les pontes du Diptère, est un destructeur des jeunes larves qui en éclosent.

On peut en inférer que quelques Hydracariens sont ainsi susceptibles d'exercer une action frénatrice sur la multiplication de certains insectes qui hébergent communément leurs larves, notamment sur celle des Diptères à larves aquatiques. Peut-être les Culex et les Anophèles, sur lesquels des Hydracariens ont été fréquemment observés, sont-ils dans ce cas.

IMMUNOLOGIE. — *Maurice Piettre* et *André Chrétien* (transm. par M. Matignon). — **Application de la méthode à l'acétone à l'étude de la répartition des anticorps dans les sérums agglutinants au cours de l'immunisation.**

Les résultats obtenus montrent que le pouvoir agglutinant se fixe de préférence sur la sérumglobuline pendant les premières phases de l'agglutination pour s'accumuler plus tard dans la sérumalbumine.

Au point de vue chimique, on constate une élévation de l'extrait total et surtout de la sérumalbumine correspondant à l'augmentation du pouvoir agglutinant. Cette observation rappelle ce qui se passe de façon plus évidente encore, dans l'immunisation contre les venins de serpent.

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Y. Manouélian* et *J. Viala* (prés. par M. Roux). — **Lésions des parois de la bouche et de la langue chez les chiens enragés.**

Chez les chiens enragés, alors qu'on ne constate aucune altération à l'œil nu, l'examen microscopique révèle cependant au niveau des muqueuses de la bouche des lésions pouvant renforcer la virulence de la bave.

P. GUÉRIN.

Séance du 7 mai 1928.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *M. Biernaeki* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les droites de Julia des fonctions entières.**

— *D.-V. Jonesco* (pres. par M. Hadamard). — **Quelques théorèmes d'existence des intégrales des systèmes d'équations différentielles.**

— *V. Bernstein* (prés. par M. Hadamard). — **A propos d'une formule de MM. F. et R. Nevaulinna.**

— *S. Bernstein* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les fonctions régulièrement monotones.**

— *R. Gosse* (prés. par M. Goursat). — **Sur les équations $s = f(x, y, z, p, q)$ qui admettent un invariant pour un seul système de caractéristiques.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *W. Gontcharoff* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les suites de zéros des dérivées successives.**

LOGIQUE MATHÉMATIQUE. — *J. Herbrand* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la théorie de la démonstration.**

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *V. Hlavatij.* — **Sur la seconde forme fondamentale II: Généralisation du théorème d'Enneper.**

HYDRODYNAMIQUE. — *D. Riabouchinsky.* — **Quelques remarques sur les fonctions de courant.**

NAVIGATION. — *D. Gernez* (prés. par M. Charcot). — **Construction rapide, sur la carte, des lignes de relèvements constants pour utiliser les relèvements radiogoniométriques pris à bord.**

ÉLASTICITÉ. — *Louis Roy* — **Sur les équations intrinsèques des surfaces élastiques à trois paramètres.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *L. Infeld* (prés. par M. de Broglie). — **Les équations de Maxwell dans la théorie commune à la gravitation et à l'électricité.**

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *G. Bruhat* et *M. Pauthenier* (prés. par M. A. Cotton). — **Remarques sur la théorie et l'électrostriction et son contrôle expérimental.**

— *L. Décombe* (prés. par M. Fabry). — **Les pellicules sphériques électrisées, l'effet photo-électrique et le spectre de fluorescence des rayons X.**

ASTRONOMIE. — *G. Bigourdan.* — **Sur diverses méthodes employées pour le calcul des corrections de pendule.**

L'auteur démontre que la méthode dite de la *pendule moyenne*, telle qu'elle est appliquée, donne des résultats moins exacts que celle qu'il emploie au Bureau international de l'heure et qu'il a indiquée dans le *Bulletin horaire*, notamment.

ÉLECTRICITÉ. — *R. Darbord* (prés. par M. Brillouin). — **Sur la mesure absolue des coefficients d'influence.**

Dans un mélange électrométrique comprenant une chambre d'ionisation, on a besoin d'un coefficient d'influence variable et d'un coefficient d'influence étalonné. L'auteur décrit une méthode permettant la mesure absolue d'un coefficient d'influence avec une précision de l'ordre du millième, et cela sans aucune précaution spéciale.

ONDES HERTZIENNES. — *E. Pierret* (prés. par M. G. Ferrié). — **Sur un nouveau mode d'entretien d'oscillations dans les lampes triodes.**

Le mode d'oscillation des lampes triodes, exposé dans cette Note, donne les entretenues les plus courtes avec une régularité, une stabilité et une intensité au moins égale à celle des oscillations de Barkhausen.

MAGNÉTISME. — *M. Fallot* (prés. par M. A. Cotton). — **La susceptibilité magnétique et le deuxième point isoélectrique présumé de la gélatine.**

L'auteur a mesuré les coefficients d'aimantation dans un intervalle de pH allant de 3,69 à 8,20, de façon à couvrir ainsi les valeurs remarquées par les précédents observateurs. Les résultats tendent à montrer qu'un seul minimum existe pour le pH admis 4,7. Pour ce point seulement, la susceptibilité magnétique est minimum et l'anomalie, représentée par l'accroissement de la déformation dans le champ, est aussi minimum. Ces résultats sont en accord avec les mesures de charges électriques de B. N. Ghosh et les mesures de pouvoirs rotatoires de solutions de gélatine, de Bogne. Ces deux auteurs n'ont trouvé aucun minimum pour le pH voisin de 7,7.

OPTIQUE. — *M. Cau* (prés. par H. A. Cotton). — **Biréfringence et dichroïsme de couches minces de fer obtenues par distillation.**

L'auteur obtient les couches minces de fer au moyen d'un appareil en verre Pyrex fermé par un bouchon rodé portant deux électrodes métalliques massives entre lesquelles est tendu un fil de fer pur; on fait le vide à l'aide d'une pompe à condensation précédée d'une pompe rotatoire à huile; un tube témoin à décharge alimenté par une forte bobine d'induction et un piège à air liquide sont interposés sur la canalisation bon vide. La vapeur métallique est recueillie sur des lamelles de verre placées sur une plateforme à 1 ou 2 cm. au-dessous du fil. Celui-ci est chauffé par le courant d'un accumulateur ou d'un transformateur abaisseur de tension. Les lames obtenues, traversées normalement par un faisceau de lumière monochromatique rectilignement polarisée, produisent une rotation et une ellipticité décelées et mesurées par un analyseur convenable.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *G. Claude.* — **Sur l'extraction de l'énergie des mers.**

L'auteur annonce qu'on a pu démarrer, dans de bonnes conditions, l'installation d'essais établie près de Liège. Une turbine de 50 kilowatts a pu marcher en fournissant entre les températures de 35° et 15° une puissance de 40 kilowatts, bien supérieure à celle exigée par le pompage de l'eau et l'extraction des gaz dissous.

PHOTOCHIMIE. — *De Hemptinne* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur la photolyse de l'aldéhyde benzoïque.**

Les expériences ont montré que les rayons ultraviolets de $\lambda < 2.600$ Å décomposent la vapeur d'aldéhyde benzoïque en benzène et oxyde de carbone et que, conformément aux idées de V. Henri et R. Wurmser, c'est bien la partie d'absorption totale du spectre qui produit la photolyse, les autres parties du spectre produisant uniquement une excitation de la molécule.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Aubert, Dumanois* et *Pignot* prés. par M. A. Cotton). — **Sur l'effet des antidétonants en phase vapeur.**

Les antidétonants agissent en phase gazeuse pour augmenter la durée de combustion. En particulier avec le plomb tétra-éthyle, qui est le plus actif d'entre eux, le maximum de pression au lieu d'être atteint par une progression rapide et qui, à cause de cela, paraît continue, semble l'être d'une façon lente et par paliers successifs.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *C. F. Muttelet* (prés. par M. Lindet). — **Etude sur l'acidité des jus de fruits et des confitures.**

L'élimination des matières pectiques, en vue du dosage des acides végétaux, exige des doses massives d'alcool. Pour éviter les inconvénients inhérents à cette méthode, l'auteur transforme ces matières pectiques en acide pectique, par hydrolyse. L'acide pectique est à peine soluble dans l'eau et son sel de baryte en insoluble en milieu acétique.

M. Muttelet indique deux procédés, l'un, par précipitation à l'état d'acide pectique; l'autre, par précipitation à l'état de pectate de baryte; tous les deux donnent des résultats concordants.

CHIMIE ORGANIQUE. — M^me^ *Ramart-Lucas* (prés. par M. Charles Moureu). — **Stabilité comparée des isomères suivant leurs spectres d'absorption.**

L'auteur est conduit à énoncer les deux règles suivantes :

1° Quand deux substances A et A' peuvent se transformer l'une dans l'autre, la vitesse de transformation sera plus grande dans le sens A'→A si, pour une même valeur du coefficient d'absorption, la fréquence correspondant à A est plus faible que celle qui correspond à A', ou, plus brièvement, si la branche asecendante de la courbe d'absorption de A est plus près du visible que celle correspondant à A'.

2° Si la transformation est accompagnée d'un départ d'eau, d'acide ou de sel, et s'il peut se faire deux isomères admettant une même forme intermédiaire peu stable, il sera possible dans la plupart des cas, d'obtenir à volonté l'un ou l'autre de ces isomères, si l'on connaît le moyen de former celui qui possède sa courbe d'absorption le plus loin du visible.

— *A. Wahl* et *Lobeck* (prés. par M. Matignon), — **Sur une nouvelle réaction des disulfisatydes.**

Si l'on chauffe au bain-marie un mélange de désulfisatyde et de chlorure cuivreux secs et pulvérisés, mis en suspension dans l'acide acétique, le mélange solide noircit en même temps que la solution se colore en orangé rouge. La réaction peut être activée en élevant la température jusqu'à l'ébullition de l'acide acétique; lorsque la décomposition est terminée, il suffit de filtrer la solution chaude du sulfure de cuivre pour obtenir, par refroidissement de beaux cristaux orangés brillants dont l'analyse élémentaire ainsi que les propriétés correspondent à celles de l'isoindigotine.

HYDROLOGIE. — *F. Dieirert* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur la circulation des eaux souterraines dans les alluvions.**

La méthode de prospection indiquée par l'auteur montre qu'il n'est pas toujours possible de se servir des dénivellations de la nappe autour du puits d'essais pour calculer convenablement la longueur d'une galerie creusée en ce point permettant d'obtenir un débit double ou triple de celui pompé.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *Pierre Termier* et *Eugène Maury*. — Nouvelles observations géologiques dans la Corse orientale: phénomènes d'écrasement et de laminage; mylonites et brèches tectoniques.

Le laminage et l'écrasement sont parfois extrêmes et on y voit alors tous les degrés de la *mylonitisation*, jusqu'à celui qui donne une roche verdâtre compacte, l'*ultramylonite*. Le degré le plus habituel est celui du granite schisteux, qui se débite en feuillets ou en plaquettes. Les *roches vertes* associées aux Schistes Lustrés et la radialarité qui les accompagne sont très souvent mylonitisées.

Les phénomènes d'écrasement ont pris, en maint endroit, une ampleur très grande et ont produit alors des brèches tectoniques. Telle est la brèche sur laquelle repose et dans laquelle s'enveloppe le calcaire tithonique de Caporalino, brèche qui est un mélange de blocs et de débris de ce calcaire et d'une mylonite faite aux dépens des *cornéennes* ou *roches brunes*.

— *J.-A. Le Bel* (prés. par M. Urbain). — Sur les stalactites.

Aux Eyzies, en Dordogne, une grotte renferme des stalactites qui sont recouverts d'une sorte de végétation formée de filaments calcaires qui vont dans toutes les directions et en général remontent. Leur origine ne paraît pas due à de l'eau remontant par capillarité, mais plutôt à une chute divisée d'eau incrustante.

Une autre particularité de ces stalactites et des cristallisations calcaires qui remplissent les poches de la roche crétacée, est de donner des étincelles sous le choc du pic, dues peut-être à des lamelles très minces de silice.

ALGOLOGIE. — *C. Sauvageau*. — Sur la question du *Tilopteris Mertensii* Kiltz.

L'évolution individuelle de cette algue archaïque s'explique, tout au moins sur les côtes françaises, sans supposer ni alternance de générations, ni prothalle, ni plethysmothalle, ni protonéma. Tout semble indiquer qu'elle se maintient et se multiplie simplement par bouturage naturel. Si ses monospores furent jadis des oosphères, elles se comportent actuellement comme des propagules.

PALÉONTOLOGIE. — *J. Viret* (transm. par M. Ch. Depéret). — Sur la faune oligocène de Coderet, près Branssat (Allier).

Cette Note contient une liste d'espèces appartenant aux Insectivores, Chiroptères, Rongeurs, Carnivores, Ongulés et Marsupiaux, montrant une association d'espèces à affinités stampiennes avec d'autres annonçant des espèces aquitaniennes.

L'auteur pense que le gisement de Coderet doit être placé à l'extrême base du Chattien; il correspond à un horizon intermédiaire entre les molasses supérieures de l'Agenais (la Milloque) et le calcaire blanc (Paulhiac, Gans).

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *E. Leblond* (prés. par M. Molliard). — Formation des vacuoles accessoires chez le *Closterium lunuta* Nitzch.

Certaines Desmidiées, notamment les espèces des genres *Closterium*, *Penium* et *Pleurotœnium*, présentent dans la région apicale de chaque demi-cellule une vacuole généralement permanente dont la signification morphologique et le rôle physiologique ne sont pas encore entièrement élucidés. L'auteur estime qu'on peut rapporter l'origine de ces vacuoles à l'apparition transitoire d'un hydrosol syrénétique résultant de la gélification de gels protoplasmiques parcellaires.

ICHTYOLOGIE. — *R. Dieuzeide* (prés. par M. Joubin). — Sur la transformation et la disparition de certains denticules de la peau du Centrophore granuleux (*Centrophorus granulosus* Mull. et Henl.).

Sur certaines peaux de ce squale, on peut apercevoir, tantôt en semis, tantôt en abondance telle qu'ils modifient la teinte fondamentale du tégument, des grains blancs, laiteux, opaques, que L. Boutan a comparés à des grains de sucre. D'après M. Dieuzeide, ce grain de sucre serait l'état ultime de la destruction de l'écaille.

BIOLOGIE PHYSICO-CHIMIQUE. — *A. Lacassagne* (prés. par M. Jean Perrin). — Action des rayons K de l'aluminium sur quelques microbes.

Pour le *Pyocyanique*, l'effet d'une irradiation de deux secondes est déjà manifeste; les colonies apparaissent isolées en cas d'irradiation de 40 secondes, mais la stérilisation n'est obtenue qu'avec 5 minutes d'exposition. Pour le *Staphylocoque*, des effets analogues ont demandé 5 secondes, 3 et 10 minutes.

L'écart entre l'intensité du rayonnement nécessaire, d'autre part, pour modifier la vitalité des microbes d'une même culture, d'autre part pour entraîner la mort de tous les éléments, est considérable. Entre la dose qui tue le plus grand nombre des microbes ensemencés et celle nécessaire pour la stérilisation générale, l'écart est encore très important (il est de 40 à 300 secondes d'irradiation pour le *Pyocyanique*).

BIOLOGIE PHYSICO-CHIMIQUE. — *F. Holweck* (prés. par M. Jean Perrin). — Essai d'interprétation énergétique de l'action des rayons K de l'aluminium sur les microbes.

Il suffit de libérer en moyenne 30 paires d'ions, c'est-à-dire de modifier 300 molécules d'un B. pyocyanique pour en altérer le développement, que 6.000 ions sont mortels pour la majorité des microbes, mais qu'il faut libérer 45.000 ions moyens pour être sûr de tout stériliser. Il est bien entendu que les doses individuelles peuvent s'écarter considérablement de la dose moyenne.

Cette action discontinue doit être d'autant plus marquée que le quantum est plus gros; il sera donc intéressant de faire des expériences avec des rayons plus pénétrants, K de Fe. par exemple.

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — MM. C. Sauvageau et L. Joubin ont été désignés pour représenter l'Académie au centenaire de la reconnaissance d'utilité publique de la Société Linnéenne de Bordeaux, les 30 juin et 1er juillet 1928.

M. H. Deslandres, G. Bigourdan, M. Hamy, Ch. Lallemand, H. Andoyer, G. Ferrié, E. Fichot, G. Perrier, A. de la Baume-Pluvinel sont désignés pour constituer la délégation française à la troisième Assemblée générale de l'Union astronomique internationale qui se tiendra à Leyde du 5 au 13 juillet 1928.

— *Errata.* — Dans le n° 10 (26 mai) de la *Revue*, page 326, 3e alinéa, au lieu de *Liard*, lire *Giard*.

Vie scientifique universitaire

Faculté des Sciences. — Ont été inscrits sur la liste d'aptitude à l'enseignement supérieur, les candidats ci-après désignés : Mathématiques. — M. Féraud et Weil.

Physique. — MM. Bovis, Cau, Châtillon, Lucas et Rocard.

Chimie. — Mlle Marchal.

Chimie organique. — M Salmon-Legagneur.

Chimie physiologique. — M. Genevois.

Zoologie. — MM. Benoît (Paul), Caridroit et Petit (Georges).

Biologie. — M. Ranson.

Sciences physico-chimico-biologiques. — M. Marcel Duval.

Géologie. — MM. Daguin, Milon, Patte et Viennot.

Minéralogie. — M. Royer.

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — M. Ballay soutiendra le 19 juin une thèse pour le doctorat ès-sciences, sous le titre : « *L'effet Ludwig-Soret dans les alliages métalliques.* »

— *Cité Universitaire.* — Le consul général du Morbihan vient de voter une somme de 50.000 fr. pour fonder une chambre à la Cité universitaire au profit d'étudiants originaires de ce département. Le Conseil général du Finistère a, de son côté, voté une somme de 100.000 fr. pour fonder deux chambres dans les mêmes conditions ; déjà trois Conseils généraux, ceux de la Moselle, de la Sarthe et de Seine-et-Oise avaient voté chacun une somme de 50.000 fr. pour la fondation de chambres.

Une donation faite par Boghos Nubar Pacha et ayant pour objet une fondation destinée aux étudiants arméniens dans la Cité universitaire. Cette fondation sera annexée à un bâtiment dont la Fondation nationale pour le développement de la Cité universitaire va entreprendre la construction. Elle sera administrée et gérée par la Fondation nationale.

Museum national d'Histoire naturelle. — COURS DE MINÉRALOGIE. — M. A. Lacroix, professeur, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, a commencé ce Cours le *Samedi 2 juin* 1928 à 17 h. dans l'amphithéâtre de la Galerie de Minéralogie et le continuera les mardis et samedis suivants, à la même heure.

L'enseignement sera divisé en deux parties :

1° Le mardi et le samedi, le Professeur exposera ses observations faites au cours d'une mission en Extrême-Orient. Il étudiera la composition minéralogique et chimique des roches éruptives de la Chine du Nord et de l'Indochine française.

2° Le mercredi, à 9 heures (*au Laboratoire de Minéralogie*, 61, *rue de Buffon*) : Conférences sur des généralités concernant les groupes de roches étudiées dans les cours.

Services des poudres. — Trois concours vont s'ouvrir : 1° le 5 novembre 1928, pour le recrutement d'un ingénieur de 1re classe des poudres ;

2° Le 19 novembre, pour une place d'ingénieur des poudres ;

3° Le 26 novembre, pour le recrutement de trois places d'agent chimiste militaire de 3e classe des poudres.

Pour les conditions et demandes d'inscriptions, voir *Journal officiel* du 25 mai 1928, page 5864.

Ecole spéciale des Travaux publics. — Le concours d'entrée aura lieu, pour la première session, du 19 au 28 juillet 1928.

Pour tous renseignements s'adresser au Directeur de l'Ecole, 3, rue Thénard, Paris (6e).

Institut national agronomique. — Un concours sera ouvert le 2 juillet pour la nomination d'un professeur de chimie analytique appliquée à l'Agriculture.

Les candidats devront se faire inscrire au Ministère de l'Agriculture, bureau de l'Enseignement agricole avant le 18 juin.

Université de Strasbourg. — *Faculté des Sciences.* — M. Dubois, Chargé de cours à la Faculté des Sciences de Lille est nommé Professeur de Géologie et de Paléontologie, en remplacement de M. Chaput.

M. Villat, Professeur de Mécanique, est nommé Professeur honoraire.

— *Faculté de Médecine.* — M. Weil, Chargé de cours, est nommé Professeur de clinique ophtalmologique, en remplacement de M. Duverger.

Université de Bordeaux. — *Faculté de Médecine.* — M. Andérodias, Agrégé, est nommé Professeur de clinique d'accouchements, en remplacement de M. Rivière.

Université de Toulouse. — *Faculté de Médecine.* — Le titre de Professeur sans chaire est conféré à MM. Etienne, Carrieu et Turchini, Agrégés.

— *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — Le titre de Professeur sans chaire est conféré à M. Soula. Agrégé.

Université de Lille. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — Le titre de Professeur sans chaire est conféré à M. Marvillez, Agrégé.

Ecole de plein exercice de Médecine et de Pharmacie de Marseille. — Le titre de la Chaire ci-après désignée est modifié comme suit :

ANCIEN TITRE	NOUVEAU TITRE
Chaire de matière médicale et pharmacodynamie.	Chaire de matière médicale et pharmacologie.

Université d'Alger. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — La chaire d'Histoire naturelle médicale et de parasitologie est transformée en chaire de microbiologie et de parasitologie.

M. Pinoy, Agrégé, est nommé titulaire de la nouvelle chaire.

— La chaire de pathologie et de microbiologie est transformée en chaire de pathologie générale et pathologie médicale.

M. Aubry, Agrégé, est nommé titulaire de la nouvelle chaire.

— La chaire de matière médicale est transformée en chaire de botanique et matière médicale.

M. Senevat, Agrégé, est nommé titulaire de la nouvelle chaire.

Ecole nationale d'Agriculture de Montpellier. — M. Montarlot est nommé Chef des Travaux de la chaire de Physique, Météorologie, Géologie et Minéralogie.

M. Dulac est nommé préparateur-répétiteur de la chaire de Chimie générale et agricole.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Les Gaz rares, par le Dr Eugène Rabinowitch. — In-8° de 522 pages du traité de Chimie minérale d'Abegg. Verlag von S. Hirzel, 1928, Leipzig.

Trente années se sont écoulées depuis la sensationnelle découverte des cinq premiers gaz rares : hélium, néon, argon, krypton, xénon. Par leur inaptitude à former des combinaisons chimiques, ces éléments inertes se plaçaient en marge de la Chimie. Aussi leur étude présentait-elle un intérêt exceptionnel, et a-t-elle donné lieu à une infinité de travaux de tous ordres.

L'auteur nous donne dans cet important ouvrage une description complète et méthodique de toutes nos connaissances sur le sujet, en ayant d'ailleurs soin de faire à l'émanation du radium la place qui lui revenait dans la nouvelle famille.

Voici les principales questions traitées :

1° *Découverte, état naturel, préparation, analyse technique* des gaz rares. Toutes les données numériques sur la dissémination naturelle des gaz rares sont réunies dans 36 tableaux. Les lois générales et les théories concernant l'origine des gaz rares dans la nature sont exposées, de même que sont soigneusement mentionnées les observations exceptionnelles, telle la haute concentration de l'hélium dans certains minéraux ou gaz souterrains

2° *Propriétés du noyau atomique.* Isotopie, propriétés de l'émanation; expériences sur la transmutation des éléments.

3° *Propriétés électroniques (ou atomiques).* Cette partie est consacrée surtout à l'étude des spectres et des propriétés magnétiques. Elle débute par une introduction générale sur la théorie moderne des spectres et elle se termine par un aperçu des phénomènes de décharge électrique dans ces gaz. L'auteurs s'est attaché à utiliser autant que possible, dans ce domaine, comme base de discussion, les hypothèses actuelles sur la structure des atomes.

4° *Propriétés moléculaires*, c'est-à-dire les propriétés qui peuvent être discutées sur la base d'un simple modèle atomique de la théorie cinétique (poids moléculaire, cohésion, diffusion, conductivité calorifique, etc...). Les diverses méthodes pour le calcul des données moléculaires (diamètre de la molécule, etc...) sont discutées et leurs résultats comparés.

Comme le traité d'Abegg s'adresse surtout aux chimistes, et que toute la matière du présent volume est essentiellement physique, l'auteur a jugé nécessaire de rappeler brièvement les définitions des grandeurs physiques discutées, en ayant soin d'insister sur leur significatoin pour les problèmes généraux de la structure des atomes, qui deviennent fondamentaux pour la chimie aussi bien que pour la physique.

On trouve à la fin de l'ouvrage une abondante bibliographie (plus de 1.500 références).

Le besoin d'un livre comme celui de M. Rabinowitsch se faisait sentir. Il vient à son heure.

Charles Moureu.
Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine
Professeur au Collège de France.

Œuvres géologiques de Marcel Bertrand, recueillies par Emm. de Margerie, et publiées sous les auspices de l'Académie des Sciences. Un vol. XXII, 710 pages, avec 184 figures, 12 planches (dont 6 en couleurs), et un portrait en héliogravure. Dunod, éditeur. Paris, 1927. — Prix : 100 francs.

Le rôle de Marcel Bertrand, dans la genèse des théories actuelles de la tectonique, a été tel que l'on peut dire, qu'il a complètement rénové cette branche de la Géologie. Ses vues originales et fécondes, sur la structure et l'histoire des chaînes de montagnes, n'ont pas seulement eu une partie théorique, mais aussi une portée pratique. C'est en s'inspirant de ses idées qu'ont été faites la plupart des recherches récentes, dans les charbonnages du Nord, du Pas-de-Calais, et aussi de la Belgique.

Malheureusement, ses notes étaient, comme la plupart des travaux des savants actuels, très disséminées dans divers périodiques; aussi, sur l'initiative de M. le Professeur Lugeon, de l'Université de Lausanne, le Congrès géologique international, tenu à Bruxelles, avait-il émis le vœu, que soient réunis en volumes, les nombreux mémoires de cet éminent Géologue.

M. de Margerie a réalisé ce vœu. L'œuvre de Marcel Bertrand tiendra en 3 volumes, dont le premier vient de paraître. Bien que les notes reproduites se trouvent dans des périodiques (*C. R. de l'Académie des Sciences*, *Bulletin de la Société Géologique*, *Annales des Mines*, etc.), que tout géologue a à sa portée, on a certainement une vue d'ensemble beaucoup plus nette que jadis, sur ce que Marcel Bertrand a vu dans le Jura et en Provence.

Il faut espérer que l'accueil qui sera fait aux 3 volumes parus ou annoncés permettra de reproduire également les deux gros mémoires parus dans les « Mémoires de l'Académie des Sciences », périodique beaucoup moins répandu que les précédents. Cela serait particulièrement utile pour le « Mémoire sur les refoulements qui ont plissé l'écorce terrestre, et sur le rôle des déplacements horizontaux », mémoire qui est véritablement fondamental.

Le dévouement avec lequel M. de Margerie a dirigé cette réimpression impeccable est vraiment sublime; car, à la mémoire de Marcel Bertrand, il a sacrifié ses propres travaux personnels et en particulier, son gros mémoire sur le Jura dont tous les géologues attendent l'achèvement avec impatience.

Paul Lemoine.

Machinisme et Automatisme, par P. Maurer, chef du Service des compteurs, ingénieur à la Cie de distribution d'électricité, professeur à l'Ecole Bréguet et à l'Ecole d'Electricité et de Mécanique industrielles. In-8° de 77 pages. Gauthier-Villars et Cie, éditeurs à Paris. —

Essayer d'établir la philosophie du machinisme et de l'automatisme est l'un des buts de ce petit livre; l'autre, c'est de montrer que les formes d'association de la fonction énergétique pouvaient rendre compte de *tous* les types de machines, qu'elles soient manuelles ou automatiques.

Ce livre intéressera les lecteurs qui ne recherchent pas trop de précisions et préfèrent les généralités. L'auteur s'est efforcé, cependant, d'être aussi précis que possible quoique, dit-il, « aux confins de la connaissance, l'esprit de l'homme frôle plutôt la poésie que la réalité ».

Ed. M.

La schizophrénie. Psychopathologie des schizoïdes et des schizophrènes par le Dr E. Minkowsky, assistant de consultation à l'Hôpital psychiâtrique Henri Rousselle. In-8° de 268 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

La schizophrénie est-elle une entité morbide spécifique, susceptible d'applications cliniques, ou une conception purement théorique qui ne réussit qu'à apporter le trouble dans les classifications nouvelles ? Sur ce sujet d'une grande actualité psychiâtrique, M. Minkowski a écrit un livre intéressant, solide et courageux. Elève de Bleuler, il n'hésite pas à prendre sa défense et à montrer toute la fécondité de ses innovations. Mais, élève indépendant, il n'hésite pas davantage à enrichir la pensée du maître d'apports étrangers. C'est ainsi qu'il emprunte à M. Bergson la notion du contact avec le réel, qui devient le pivot de toute sa thèse et permet d'opposer les schizophrènes à tous ceux chez qui la « syntonie » est normale. De même il emprunte au Dr Kretschmer sa « constitution schizoïde », qui relie l'anormal au normal. Il se préoccupe justement de délimiter la part qui revient à Freud dans l'élaboration des idées bleulériennes, et qui n'est pas aussi grande qu'on l'a dit. Enfin, il insiste sur la valeur thérapeutique de ces idées; la démence précoce passait pour n'être pas curable, la schizophrénie l'est : c'est une différence appréciable, et qui n'a rien de métaphysique.

R. T.

La question eugénique dans les divers pays. — Aperçu historique. Grande-Bretagne, Etats-Unis, France. par M. T. Nisot, docteur en droit. Publications de l'Association internationale pour la protection de l'Enfance. T. I. In-8°. Falk, éditeur. Bruxelles.

Depuis bien des siècles déjà les conducteurs d'hommes frappés par les déchéances physiques ou psychiques qu'ils apercevaient autour d'eux se sont préoccupés d'y porter remède. Les codes qui sont à la base des grandes religions : juive, chrétienne, boudhique, musulmane, renferment des chapitres d'hygiène sociale. Les procédés pour maintenir le plus haut possible la race ont varié selon les moments. Chez les Spartiates ils ont été jusqu'aux sacrifices que l'on sait. Six siècles avant Jésus-Christ le poète Grec Théognis de Mégare constatait que l'argent gâtait la race. Depuis ce moment il n'y a pas eu que l'argent — qui demeure toujours un grand facteur de troubles héréditaires — mais il y a eu l'alcoolisme, les maladies vénériennes et d'autres encore.

Notre génération, constatant les déficits énormes apportés à la race par le manque absolu de soucis héréditaires, est très éprise d'eugénique. Le mot est de Francis Galton et date de 1883. L'auteur anglais pensait qu'une sélection consciente produirait des hommes meilleurs. Les résultats favorables que les éleveurs d'animaux obtiennent dans leurs cheptels, l'humanité, s'appliquant à elle-même les règles de la sélection, pourrait aussi les obtenir. Il définissait l'Eugénique « l'étude des facteurs soumis au contrôle de la Société et susceptibles de modifier en bien ou en mal les qualités de races, physiques ou mentales, des générations futures ».

C'est au début de notre siècle que le grande mouvement eugénique se déclancha. En 1912 le premier Congrès international d'Eugénique eut lieu à Londres. A l'issue de ce Congrès, un Comité permanent international d'eugénique fut institué. Il se réunit à Paris en 1913. Puis vint la guerre qui arrêta toutes les initiatives internationales. En 1919, toujours à Londres, eut lieu la deuxième réunion du Comité international qui prépara le Congrès de New-York de 1921.

La Commission internationale d'Eugénique se réunit à Bruxelles en 1922, à Lund en 1923, à Milan en 1924, à Londres en 1925. Lors de cette réunion, il fut décidé que cette Commission prendrait désormais le nom de Fédération des organisations eugéniques. En 1926, la Fédération se réunit à Paris, et aujourd'hui la Ligue des Sociétés de Croix Rouge collabore à ses travaux.

L'ouvrage publié par Mme Nisot a pour objet de donner un aperçu de l'état actuel du mouvement eugénique dans le monde. Il aura cet avantage d'informer les nombreux pays dans lesquels les principes de l'eugénique sont encore peu répandus, de ce que les Etats, où l'on se préoccupe des problèmes de l'amélioration de la race, ont fait ou préconisé dans ce domaine.

Ce volume, le premier d'une série, nous donne l'historique des préoccupations raciales de trois pays : la Grande-Bretagne, les Etats-Unis, la France. On y trouvera, pour chacun de ces pays, l'indication des institutions eugéniques, celle des publications relatives à la question, les moyens préconisés : éducation, réglementation, mesure d'hygiène sociale, etc.

Un tel ouvrage est indispensable à ceux qui s'occupent — quel que soit leur point de vue — de l'eugénique. C'est une publication documentaire qu'ils auront besoin d'avoir toujours sous la main.

En félicitant Mme Nisot pour l'important travail qu'elle publie, nous lui proposons d'ajouter, dans les volumes qui suivront, un index alphabétique, et aussi de donner plus de précision à la bibliographie.

Eugène Pittard.

Les Paranoiaques, par le Dr Genil-Perrin, médecin-chef des Asiles de la Seine. In-16 de 478 pages de la Bibliothèque de Neurologie et Psychiatrie. Norbert Maloine, éditeur, Paris.

Après avoir défini le syndrome paranoiaque par la présence constante, quoique à des degrés divers, des quatre éléments : surestimation du moi, méfiance hostile à l'égard de l'entourage, fausseté du jugement et inadaptabilité sociale, l'auteur fait un rapide historique des conceptions psychiatriques sur ce sujet; puis il étudie tour à tour les formes typiques (délires d'interpétation) et les formes atypiques (revendicateurs, hypochondriaques, inventeurs, réformateurs, érotomanes) de la paranoia, ses conséquences sociales, sa prophylaxie, sa thérapeutique, sa répression pénale. Sur ce dernier point, M. Génil-Perrin se prononce franchement contre la responsabilité atténuée.

Sa monographie, méthodique, très fouillée et très claire, bourrée de faits et d'observations cliniques détaillées, est un modèle du genre. Elle n'intéressera pas seulement les médecins, mais aussi les psychologues et tous les lecteurs cultivés, s'il est vrai que la connaissance de cette psychose, dont les échantillons cliniques sont si nombreux et si variés, « donne la clef d'une foule de singularités d'esprit, dont certaines peuvent réaliser des éléments d'originalité et même de supériorité intellectuelles » et que tout le monde a eu l'occasion de rencontrer autour de soi ou dans l'histoire.

R. T.

Le Gérant : M. Hédan.

Imp. P. et A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 12 — 66e ANNÉE — 23 JUIN 1928

APERÇU SUR LA MÉCANIQUE CÉLESTE

par Jean **BOCCARDI**
Correspondant du Bureau des Longitudes

(*Suite*)

La deuxième étape de la Mécanique céleste nous montre Laplace tout occupé soit à perfectionner ce qui avait été fait avant lui, surtout par Lagrange, soit à faire d'importantes découvertes. Les formules que Lagrange avait données pour la variation des éléments des planètes devenaient inextricables lorsqu'on les appliquait aux variations séculaires en ayant égard aux secondes puissances des excentricités et des inclinaisons. Laplace simplifia de beaucoup ces formules.

L'absence de termes séculaires dans les variations des moyens mouvements n'a lieu que si ces éléments dans la planète troublante et dans la planète troublée ne sont pas commensurables. Le cas d'une commensurabilité exacte n'existe pas entre les moyens mouvements des grosses planètes (1), mais il existe des cas d'une commensurabilité grossière, ce qui rend très petits les diviseurs des coefficients des inégalités périodiques, qui deviennent alors à *longue période*. Laplace explique par ce principe la grande inégalité (mise en lumière par les observations) qui affecte en sens contraire les moyens mouvements de Jupiter et de Saturne, et dont la période atteint 930 ans environ.

Lagrange avait démontré que la variation séculaire de l'excentricité d'une planète troublante peut produire une variation dans la longitude de la planète troublée, mais ayant appliqué ce principe aux planètes Jupiter et Saturne, il trouva que cet effet était insignifiant. S'il avait appliqué sa théorie au système formé par une planète et ses satellites, il aurait expliqué *l'accélération séculaire* de la Lune montrée par les observations, mais que la théorie de la gravitation paraissait ne pouvoir expliquer. Laplace eut cette idée et il lia son nom à l'explication théorique de l'accélération luanire.

Newton n'avait qu'ébauché la théorie des marées ; Laplace la porta à un haut degré de perfection ; toutefois l'expérience a démontré que ce problème est extrêmement compliqué par les conditions effectives, réelles des mers, et que la théorie de Laplace ne peut être appliquée qu'avec de très importantes modifications:

La figure des planètes avait été étudiée après Newton, D'Alembert et Clairaut par Maclaurin, qui donna d'importants théorèmes sur l'attraction des ellipsoïdes. Legendre perfectionna ces recherches. Rappelons aussi Ivory.

Le problème de la détermination d'une orbite se présenta aux astronomes à l'occasion de l'ap-

(1) Peut-être, précisément parce que ces conditions amèneraient à l'instabilité.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

parition de quelques comètes, car avant la découverte de *Cérès* par Piazzi, au commencement du XIX^e^ siècle, on n'avait aucune idée des petites planètes. Newton, Lagrange, Laplace, Legendre et de Pontécoulant ont proposé des méthodes plus ou moins élégantes pour résoudre ce problème ; mais Olbers proposa une méthode beaucoup plus simple, que l'on applique encore de nos jours avec de petites modifications. C'est que cette méthode n'exige que trois observations, ce qui, pour le cas d'une orbite parabolique, offre encore une vérification, puisque avec les six données des trois observations on a plus qu'il ne faut pour déterminer les cinq éléments de l'orbite.

Au contraire, la méthode de Lagrange, mais surtout celle de Laplace, quoique théoriquement applicables au cas de trois observations, ne présentent tout leur avantage que dans le cas de plusieurs observations, même séparées par des intervalles très différents de temps. La méthode d'Olbers exige que les intervalles entre les trois observations soient à peu près égaux (1).

Enfin, jusqu'à Laplace, on avait cru que, si avec la théorie de la gravitation on pouvait établir la théorie (formules et tables numériques) des grosses planètes et même des satellites, ceci était impossible pour la Lune, dans le mouvement de laquelle l'observation avait révélé plusieurs dizaines d'inégalités. Aussi les almanachs donnaient-ils les positions de la Lune, pour l'usage des astronomes et des navigateurs, d'après les tables empiriques. L'accord entre l'observation et le calcul allait jusqu'à 15'' ou 20''. Laplace, dans son grand traité de Mécanique céleste exposa une nouvelle théorie de la Lune. Il n'eut pas le temps de pousser très loin les développements, mais il montra la possibilité de composer une théorie de la Lune propre à la préparation de tables très exactes de son mouvement. Aussi l'Académie des Sciences proposa-t-elle ce sujet pour l'assignation d'un prix. Damoiseau d'un côté, Plana et Carlini de l'autre, présentèrent deux pièces qui furent couronnées.

Nous sommes arrivés à l'année 1820 et nous n'avons rien dit de l'œuvre de Gauss en Mécanique céleste (perturbations, théorie des orbites) ; c'est que, en exposant les différentes étapes parcourues par la Mécanique céleste, nous mettons dans la même étape les travaux de même nature, ayant la même caractéristique. Or, les recherches des savants que nous venons de nommer (2) ont été faites sur le plan que Laplace avait tracé, quoique les développements, surtout de la part de Plana, dans sa théorie parue en 1831-1832, fussent énormes. Ce ne sont pas les époques mais les idées qui marquent les dates de la science.

(1) Mais, quand on a déterminé une orbite approchée, on emploie d'élégantes méthodes pour la corriger, sans avoir recours aux méthodes de Lagrange et Laplace.

(2) De Pontécoulant introduisit quelques utiles changements.

IV

L'analyse infinitésimale créée par Newton et Leibnitz avait été développée merveilleusement par Euler, et plus tard par Lagrange et Laplace ; toutefois, l'empressement à en élargir le champ avait fait souvent négliger la rigueur dans les démonstrations, les théorèmes n'avaient pas été soumis à une discussion rigoureuse, des cas exceptionnels où les méthodes ordinaires ne sont plus applicables avaient échappé aux analystes du XVIII^e^ siècle. Vers la moitié du XIX^e^ siècle on commença à revoir les fondements de l'analyse; l'étude des limites, des fonctions n'admettant pas de dérivée, la théorie complète des fonctions analytiques et des équations différentielles fit jaillir de nouvelles idées, ouvrit d'autres horizons ; bref, l'analyse en fut renouvelée et jusqu'à un certain point transformée.

Ce qu'on avait fait pour l'analyse fut accompli un peu plus tard pour la Mécanique céleste ; mais avant d'expliquer les nouvelles directions dans lesquelles cette science a marché et marche encore de nos jours, nous dirons un mot de la détermination des orbites qui a absorbé l'activité de la plupart des théoriciens et des calculateurs pendant le XIX^e^ siècle.

Nous avons mis dans la deuxième étape les travaux de Lagrange, Laplace, Legendre et Olbers sur ce sujet parce qu'ils n'introduisirent pas d'idées vraiment nouvelles, sauf peut-être, dans une certaine mesure, la méthode de Lagrange, que dernièrement M. Charlier a remise en honneur. En effet, Laplace donne une méthode destinée plutôt à perfectionner une orbite dont on possède de nombreuses observations (1), et Olbers n'introduit pas les développements en série des rapports des aires triangulaires, formées par deux rayons vecteurs à l'astre et la corde. Pour Olbers, les trois observations doivent être très rapprochées et séparées par des intervalles de temps à peu près égaux. Dans ces conditions, pour un premier calcul approché, on peut substituer aux rapports des deux petits triangles $[rr']$, $[r'r'']$ le rapport des secteurs, donc des intervalles de temps, et en définitive le rapport des deux distances extrêmes, ρ' et ρ''. Par l'artifice de Carlini on diminue l'écart entre l'observation et le calcul pour l'observation du milieu.

Ce n'est qu'avec Gauss qu'une nouvelle ère

(1) Lagrange exprima à Laplace ses doutes sur l'exactitude des différences premières et secondes des coordonnées d'un astre, déduites de l'observation.

commence dans ces recherches. Ce grand génie, tout en étant retenu par d'autres recherches, fut amené par la découverte de Cérès (1er janvier 1801) à résoudre le problème de la détermination d'une orbite elliptique au moyen de trois observations rapprochées. Si dans le cas de la parabole, envisagée par Olbers, les équations sont algébriques, dans le cas de l'ellipse, les six équations que nous permettent d'établir les trois observations d'un côté et la loi de Newton de l'autre, sont transcendantes. Il faut renoncer à chercher une méthode directe et recourir à tout prix à des méthodes d'approximations successives. Gauss eut l'idée de développer les rapports des aires triangulaires deux à deux, en fonction des intervalles de temps et du rayon vecteur, planète-Soleil, correspondant à l'observation du milieu. Le petit triangle formé par les points qui correspondent aux trois observations, joue un rôle important dans la méthode de Gauss. Dans la méthode d'Olbers, pour la parabole, on néglige les 3es puissances (1), au contraire, la méthode de Gauss exige l'introduction de ces puissances et les données du problème donnent le strict nécessaire pour cela. Dans la 2e approximation on a égard aux termes successifs.

Après Gauss, les astronomes Hansen, Oppolrer, Tietjen, Harzer, Moulton et une foule d'autres ont introduit des modifications à la méthode de Gauss ou bien en ont proposé d'autres. Il faut avouer que, ordinairement, ce ne sont pas des simplifications. On a renoncé à faire reposer la 1re approximation sur le rayon du milieu et l'on s'est servi des deux rayons extrêmes (Oppolzer). On a envisagé le cas de quatre observations (Harzer, Berberich), mais au fond, la méthode de Gauss avec la forme plus commode pour les calculs que lui donne Tietjen, représente encore ce qu'il y a de mieux pour une première orbite, qui doit représenter les trois observations exactement, dans les limites des erreurs inévitables (2).

Depuis 30 ans on a commencé à appliquer de nouvelles méthodes, qui donnent seulement une grossière approximation. On a tâché de rendre pratique les méthodes de Laplace et de Lagrange (3). On a même dit que, puisque les observations sont elles-mêmes affectées d'erreurs, il était inutile de les représenter à 0'',1. Cette affirmation est discutable. Sans doute, sur les observations modernes, soit par l'observation elle-même, soit par l'erreur résiduelle de la position de l'étoile de repère, il peut rester des erreurs comme 2'' ; mais, 1° il faut compter sur une compensation partielle entre les six données des observations; 2° il faut tirer des observations tout ce qui est possible.

Le fait est que depuis que l'on emploie ces méthodes approchées pour la détermination d'une première orbite, on est souvent obligé d'adopter dans une seconde détermination des éléments tout à fait différents de ceux de la première. Ces méthodes peuvent servir pour un calcul rapide destiné à fournir aux observateurs une courte éphéméride qui permette de suivre le nouvel astre pendant 8 à 10 jours.

Le nombre toujours croissant des petites planètes a empêché de leur appliquer à *toutes* la méthode classique qui avait servi pour calculer les perturbations *générales* ou *absolues*. Il faut dire aussi que les excentricités et les inclinaisons des petites planètes rendent plus difficile l'application de la méthode classique. On préfère calculer les perturbations *spéciales* d'une apparition à la suivante. La méthode de la variation des constantes est toujours en honneur. Quelquefois, comme pour les comètes, on a employé la méthode qui consiste à déterminer les variations des cordonnées elles-mêmes. Pour environ 50 petites planètes on a fait la théorie, en en donnant des tables ; toutefois la précision de la position déterminée avec ces tables ne va que jusqu'à la minute d'arc tout au plus. Hansen et Gyldén ont donné des méthodes propres aux petites planètes. Enfin, des méthodes pour *corriger* l'orbite d'une petite planète ou d'une comète, dont on possède un grand nombre d'observations, ont été proposées et employées avec succès.

Après ce rapide aperçu sur la théorie de la détermination des orbites, passons à examiner rapidement les recherches qu'on a faites dans le domaine de la Mécanique céleste classique, après les travaux immortels de Lagrange, Laplace, Legendre et Poisson.

Même du temps de ces grands géomètres on s'était demandé si la distinction entre les termes *périodiques* ou *séculaires* qu'introduit le développement de la fonction perturbatrice, tenait à la nature des choses ou bien plutôt aux moyens *techniques*, pour ainsi dire, que l'on avait été amené à employer pour la résolution approchée du problème des perturbations. La question des termes séculaires, quand il s'agit des excentricités, des inclinaisons et des grands axes, intéresse la stabilité du système solaire ; d'où le grand intérêt de ces recherches.

(1) Si les intervalles entre les 3 observations sont égaux, avec les formules d'Olbers, on a égard aussi aux troisièmes puissances.

(2) Ces erreurs proviennent 1° des valeurs numériques prises dans les tables, dont le dernier chiffre est *arrondi;* 2° des nombres que l'on ajoute par l'interpolation et que l'on doit aussi arrondir; 3° de l'accumulation de toutes ces erreurs, sauf la compensation entre ces mêmes erreurs.

(3) Les principales modifications ont été introduites par Leuschner, Andoyer, etc.

Un instant de réflexion fait voir que des termes de la forme

$$A_1 t + A_2 t^2 + A_3 t^3 + \ldots.$$

peuvent être introduits rien que par l'intégration. Supposons que les termes qui ne renferment pas le temps explicitement dans les équations différentielles, introduisent précisément par leur intégration rigoureuse des termes périodiques dont les arguments varient proportionnellement aux masses des corps troublants. Il arrivera que, quand on développera les intégrales suivant les puissances des masses perturbatrices, ces termes feront apparaître dans les formules qu'entraîne la résolution approchée du problème, des expressions de la forme écrite ci-dessus. Or, nous l'avons vu, Lagrange en s'occupant des excentricités et des inclinaisons et en négligeant les termes du 4e ordre par rapport à ces éléments, montra que, si l'on n'a égard qu'aux parties *séculaires principales* des fonctions perturbatrices, il ne restait plus de termes pouvant produire dans e et i de grandes variations. Laplace montra que ceci a lieu quelles que soient les masses et les distances moyennes, a, au Soleil, pourvu que les planètes tournent toutes dans le même sens. Cette condition est essentielle pour que e et i restent petits.

Ces résultats et les conclusions trop hâtives qu'en avaient tirées les grands géomètres du XVIIIe siècle relativement à la stabilité absolue du système solaire, ont formé l'objet de recherches approfondies pendant le XIXe siècle, de la part de Gyldén, Poincaré, Painlevé, Lindstedt, Tisserand, Bohlin, Bruns, Hadamard, Hill, Brown, pour ne citer que quelques noms. Ne pouvant passer ici en revue tous les travaux de ces mathématiciens ou astronomes, nous nous bornerons à exposer les idées nouvelles qui sont venu modifier les méthodes et les résultats de la Mécanique céleste telle que nous l'avaient laissée les géomètres de la seconde étape.

Pour ce qui concerne les termes séculaires qui sont introduits par l'intégration approchée, on est parvenu à leur donner la forme de termes périodiques, même lorsqu'on a égard aux puissances supérieures des excentricités et des inclinaisons ; mais ces résultats sont purement formels et n'ont pas de valeur pratique. Déjà on avait soulevé des doutes sur les résultats de Lagrange, parce que, avec son anályse, on s'était borné aux *principaux* termes séculaires des perturbations ; comme si les termes ayant le temps en facteur, en dehors des fonctions *sinus* et *cosinus* ne devaient dépendre que de ces termes séculaires principaux. Dernièrement on a pu démontrer que ce principe est inexact, car on peut obtenir des inégalités séculaires des éléments sans l'introduction des parties séculaires de la fonction perturbatrice. On a même pu réussir à faire disparaître complètement les termes séculaires de la solution générale du problème du mouvement des planètes, en la mettant sous forme purement périodique dépendant des longitudes moyennes et des arguments $(gt + \lambda)$ modifiés. Mais ces artifices analytiques, s'ils peuvent satisfaire le théoricien, ne rassurent aucunement le calculateur.

On s'est bien posé la question suivante : puisqu'on est forcé d'avoir recours à des intégrations approchées et de n'étendre la théorie et les tables des planètes qu'à une période de temps pas trop longue, jusqu'à quelle limite ces développements et ces tables auront leur valeur ? Les théoriciens ont montré avec H. Poincaré, que les séries qu'on est obligé d'appliquer *ne sont pas convergentes* au point de vue mathématique. Même lorsqu'on a modifié (Gyldén, Bohlin, etc.) la solution tout entière, en n'introduisant que des fonctions trigonométriques, Poincaré a démontré qu'il manque toujours la convergence dans les séries.

Les idées géniales de Gyldén avaient fait concevoir de grandes espérances. Il avait ouvert une voie nouvelle pour calculer ce qu'il appelait *les orbites absolues*. A la fonction perturbatrice il avait substitué la fonction *horistique* ; à l'ellipse képlérienne, comme point de départ, il avait substitué la courbe *périplegmatique*. Sur les critiques de Poincaré, qui avait indiqué des erreurs échappées à Gyldén, ce savant essaya de modifier ses méthodes, mais en tombant dans des erreurs encore plus graves. La mort vint briser cette carrière qui s'était annoncée comme très féconde. Le fait est, qu'on n'a pas abouti à composer des tables des grosses planètes basées sur les méthodes de Gyldén. La conviction générale des astronomes est que, malgré les développements effroyables de formules qu'entraînent les méthodes de Gyldén (1), l'approximation n'est pas encore suffisante pour la pratique.

Il ne sert pas à grand chose de démontrer que les termes séculaires, avec t^2, ou mixtes avec

$$At^p \begin{matrix} sin \\ cos \end{matrix} (\alpha t + \beta),$$

ne sont pas esssentiels, intrinsèques à la représentation du mouvement des planètes, puisqu'ils sont introduits par les procédés de calcul ; l'essentiel ce serait de nous donner des formules courtes et commodes pour préparer la théorie d'une planète.

La méthode que Delaunay a inventée et appliquée dans sa *Théorie de la Lune* a été appliquée rien qu'au cas de deux planètes se troublant réciproquement ; on a proposé des séries de la forme

$$\Sigma A \cos (\alpha\lambda + \alpha_1\lambda_1 + \alpha_2\lambda_2 + \ldots)$$

(1) Son *Traité des orbites* absolues contient des centaines de pages toutes remplies de formules, sans un mot de langage ordinaire !

où α, α_1,... désignent des nombres entiers positifs ou négatifs, et λ, λ_1,... des fonctions linéaires de t. On a donc exclu les termes avec les puissances de t supérieures à la première. Malheureusement ces séries ne sont pas convergentes[e]! On est donc arrivé à la même conclusion qu'avec les méthodes classiques. En effet — bornons-nous aux grands axes — déjà Le Verrier, en vérifiant les calculs de Poisson (en 1808) avait découvert un petit terme en t^2 dans la longitude moyenne. L'existence de termes avec t^2 dans les développements, lorsqu'on a égard aux 3[es] puissances dans les forces perturbatrices avait été démontrée par M. Haretu. En conclusion, la stabilité du système solaire, annoncée avec tant d'assurance par Laplace, était compromise.

Avec les méthodes nouvelles qui rendent périodiques les inégalités séculaires des anciens, on rencontre des périodes de 600 mille ans. Quel homme sérieux pourrait faire des prophéties à une si longue échéance ?

Rien que dans le cas de trois corps, la stabilité au sens mathématique exigerait les conditions suivantes :

1° Qu'aucun des trois corps ne puisse s'éloigner indéfiniment ;

2° Que deux corps ne puissent se choquer et que la distance de ces deux corps ne puisse devenir inférieure à une certaine limite ;

3° Que le système repasse une infinité de fois par sa position initiale.

Poincaré, Painlevé, Levi-Civita (1) se sont occupés de la possibilité du choc entre les trois corps ou d'un choc partiel de deux d'entre eux. Poincaré a même distingué la *stabilité à la Lagrange* et la *stabilité à la Poisson*. Avec la première, le système de n corps garde toujours la configuration primitive, ce qui, dans le cas de notre système solaire, revient à dire que dans toute la suite des siècles les orbites resteront toujours presque circulaires, peu inclinées les unes sur les autres, et que les distances moyennes au Soleil garderont toujours leurs valeurs actuelles, sauf de petites variations périodiques. Au contraire, avec la stabilité à la Poisson, les éléments des orbites parcourues par les n corps, peuvent subir des variations très fortes et même sans limite. Ils peuvent même se rapprocher, se rencontrer, se choquer, mais la stabilité à la Poisson nous assure que les n corps repasseront une infinité de fois par leur configuration primitive ! Cela donne une idée des résultats *purement formels* dont nous avons parlé plus haut.

En effet, il y a cette petite différence, que les n corps des mathématiciens sont *incassables*, ils peuvent se rencontrer et se choquer une infinité de fois sans se réduire en miettes ; tandis que les planètes, si jamais elles se choquaient, elles..., n'auraient pas le temps de repasser une infinité de fois par leur configuration primitive ! (1)

Revenons au problème des trois corps et concluons. Après Lagrange, plusieurs savants ont essayé de simplifier ce problème, soit en éliminant les nœuds des orbites (Jacobi), soit par d'autres procédés. Les recherches de Jacobi, Radau, Bertrand, Bruns, Wittacker, Charlier, Darwin, H. Poincaré sont classiques. Ce dernier est arrivé d'une manière élégante au système différentiel du 6° ordre, envisagé par Lagrange, *en gardant la forme canonique*, ce qui constitue un beau résultat. Lagrange, il ne faut pas l'oublier, n'avait pas donné *explicitement* les équations susdites ; aussi l'un des mérites de ces savants a été de les donner, toutefois sans pouvoir ajouter une autre intégration.

En outre, on a envisagé des *solutions périodiques*, des cas de *libration*, et en général des cas dans lesquels le problème de trois corps peut être résolu rigoureusemnet. Les noms de Gyldén, Bohlin, Levi-Civita, Strömgren reviennent à l'esprit. D'importants mémoires ont été publiés sur des cas approchés de comensurabilité entre le mouvement de quelques petites planètes et celui de Jupiter. La théorie des petites planètes *joviennes* dont le moyen mouvement est voisin de celui de Jupiter, a été l'objet de belles recherches de la part de MM. Brown et Paloque. Enfin, M. Sundmain, dans ses trois mémoires couronnés, s'est approché peu à peu de la résolution du problème des trois corps, et a pu l'obtenir définitivement par des transformations très simples. Toutefois, les calculateurs ne peuvent tirer aucun parti des développements de Sundman, *tels qu'il les a donnés*. L'avenir dira si cette solution théorique pourra être rendue pratique.

Ce que nous venons de dire est une des marques, des caractéristiques de la troisième étape. En effet, de même que la plupart des recherches de géométrie supérieure (espace à infinies dimensions !) ou d'analyse infinitésimale, sont restées stériles et que rien ne fait espérer qu'elles toucheront un jour, du bout de leurs ailes puissantes, le bas monde des applications pratiques; les nouvelles recherches de Mécanique céleste, si elles ont apporté plus de rigueur dans les démonstrations en ouvrant aussi de nouveaux horizons, pour la plupart elles n'ont pas fait avancer les applications au système du monde.

La théorie des planètes principales, c'est-à

(1) Cet éminent mathématicien a marqué dans plusieurs questions de Mécanique Céleste.

(1) Weierstrass et beaucoup plus tard Armellini, ont étudié le *prolongement analytique* du mouvement des corps, *après un choc*.

dire l'ensemble des formules et des tables numériques qui nous permettent d'en assigner la position pendant plusieurs centaines d'années, en est restée aux beaux travaux de Le Verrier et aux travaux plus récents de Simon Newcomb. Ces savants ont rendu plus commodes, plus pratiques les développements donnés par Laplace ; mais ils n'ont pas eu la prétention de composer la théorie *absolue* des planètes, qui pourrait servir pour toute la suite des siècles. Que notre système soit stable ou instable, que les séries ne soient pas uniformément convergentes au point de vue mathématique (1), tout cela n'arrête pas les astronomes calculateurs, qui se bornent à donner des tables avec lesquelles on peut assigner la position d'une planète avec la précision de 1'' sur chacune des deux coordonnées, pendant quelques siècles.

Les astronomes de notre époque ne veulent aucunement construire une espèce de muraille de la Chine, derrière laquelle leurs successeurs pourraient se reposer. Non, ils savent que dans les siècles à venir il surgira une phalange d'astronomes, pleins d'ardeur pour le travail, qui tireront tout le parti possible du matériel d'observation qui s'accumule continuellement. Ils composeront la théorie des planètes, des satellites, de notre Lune, avec des éléments beaucoup plus exacts que les nôtres, surtout sous le rapport des masses. On sait, en effet, que malgré les efforts de Newcomb et de ses successeurs, il reste une grande incertitude sur les masses de Mercure et de Vénus. Ce à quoi ne songent pas les relativistes, qui cherchent une confirmation de leurs idées dans les petites différences — incertaines elles-mêmes — entre l'observation et la théorie actuelle.

Pour être juste, il faut reconnaître que les nouvelles recherches en Mécanique céleste ont reçu quelques applications dans le cas des petites planètes ou des satellites, surtout ceux qu'on a découverts il n'y a pas longtemps dans les systèmes de Jupiter et de Saturne. Même l'ancienne méthode proposée par Gauss pour le calcul des perturbations générales, a été appliquée avec succès.

Quant à la théorie de la Lune, la méthode qu'on pourrait appeler *d'exhaustion*, inventée par Delaunay, ne s'est pas montrée pratique. Adams, mais surtout Hill et, d'une manière très pratique, Ernest Brown, ont simplifié de beaucoup les développements. Brown s'est montré à la fois un théoricien profond et un calculateur d'une habileté extraordinaire.

Comme dans les deux étapes précédentes, dans cette troisième on peut constater les deux différentes tendances de l'esprit, vers l'analyse pure ou vers les applications. Cauchy, Gyldén, Lindstedt, Poincaré, Painlevé, Bohlin, Hill, Charlier, Levi-Civita, Chazy, etc., appartiennent à la première école ; Adams, Newcomb, Backlund, Brendel, Callandreau, Strömgren, Brown, Andoyer, etc. à la seconde.

En résumé :

Dans la première étape les géomètres ont démontré l'existence de la loi de la gravitation, de manière qu'il ne peut rester aucun doute à ce sujet. Pour ce qui est de la stabilité de notre système, ils ont compté sur l'intervention divine.

Dans la deuxième étape, on a poussé la loi de Newton jusqu'à ses dernières conséquences ; on a créé ce corps de doctrine qui constitue la Mécanique céleste, on a fait espérer que par la seule théorie on pourrait composer les tables nécessaires pour assigner les positions des planètes et de la Lune en avant et en arrière de notre époque. Quant à la stabilité, on s'est reposé sur les conditions elles-mêmes de notre système, dont on a proclamé la stabilité absolue.

Enfin, dans la troisième étape, qui n'est pas encore finie, on a marché un peu dans toutes les directions ; on a revu et corrigé tout ce qui avait été fait dans les étapes précédentes, on a introduit plus de rigueur dans les démonstrations et dans la discussion des résultats théoriques ; on a composé des tables dont l'exactitude est du même ordre que les observations elles-mêmes. On a examiné les cas théoriques des chocs et, pour ce qui est de la stabilité de notre système, on a montré qu'un choc, qu'un cataclisme est infiniment peu probable. Ainsi notre assurance à ce sujet ne repose plus sur l'intervention divine, ni non plus sur les conditions de notre système, mais sur... la théorie des probabilités !

En terminant, je me permets d'exprimer l'opinion qu'à la troisième étape il a manqué quelque chose. Dans la première et dans la deuxième, il y a eu des esprits hors ligne, tout à fait supérieurs, même parmi les génies ; les progrès de la science et ses tendances se concentrent sur leurs noms. Dans notre étape, au contraire, on a produit beaucoup, on a creusé profondément, on est allé très loin dans les cas hypothétiques ; mais il nous a manqué un esprit hors ligne, un génie comme ceux de Newton, Euler, Lagrange et Laplace, un génie capable de donner une direction unique à ces recherches et de fondre, résumer et simplifier. Aussi nous invoquons de tous nos désirs ce grand esprit destiné à donner à la troisième étape de la Mécanique céleste un cachet propre aussi saillant que ceux que l'on reconnaît dans les deux étapes précédentes.

(1) Les séries qu'emploient les calculateurs ont une forme curieuse. Les premiers termes vont en diminuant rapidement, ensuite ils ne diminuent plus. Ce fait permet d'employer ces séries dans les tables des planètes, pourvu que celles-ci se bornent à 600 ou 700 ans.

L'ÉLEPHANT EN AFRIQUE EQUATORIALE FRANÇAISE

par Bruneau de LABORIE

J'ai eu, au cours de la dernière mission que je viens d'effectuer en Afrique Equatoriale, à m'occuper notamment des questions relatives à la chasse du gros gibier.

On parle volontiers de la disparition progressive de l'éléphant. Il peut n'être pas sans intérêt de donner quelques précisions à cet égard, pour celles de nos colonies où le nombre de ces animaux a constitué et constitue encore un élément scientifique, cynégétique et économique

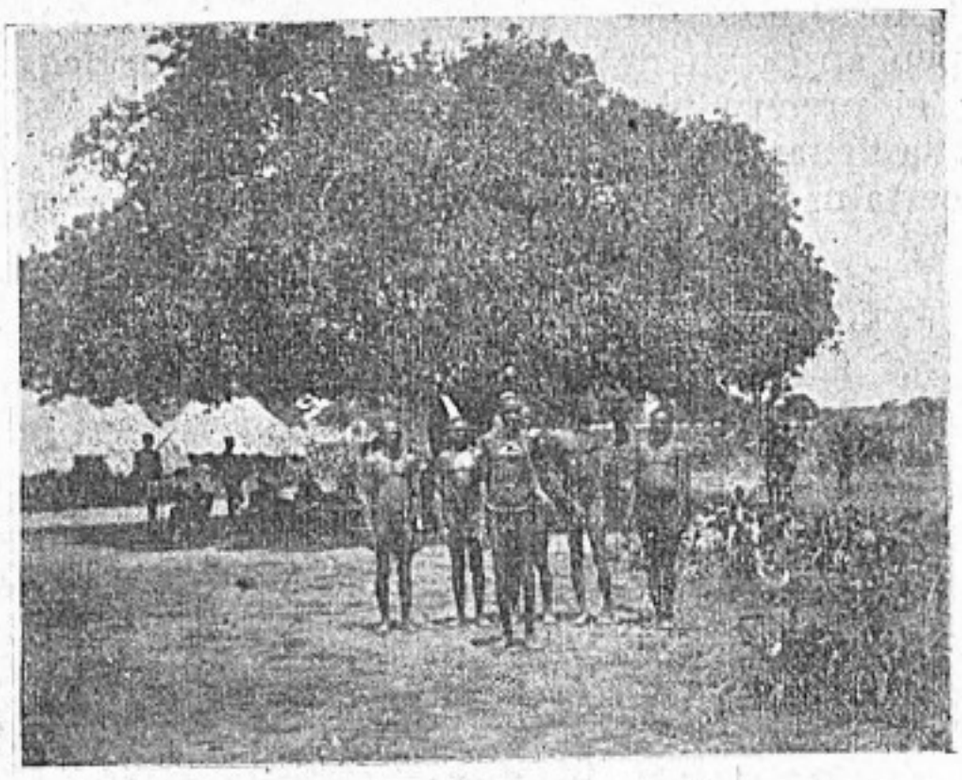


Fig. 147. — Les vieux chefs de Bembera, village M'baï

appréciable. Mes observations ont porté sur toutes les régions de chasse de notre colonie du Tchad ; sur presque toutes les régions de chasse de notre colonie de l'Oubangui-Chari, la plus importante à cet égard; sur le tiers septentrional du Moyen Congo. Pour le Gabon, je n'ai fait que le traverser et circuler un mois dans la zone voisine du littoral ; ce que j'en sais, hors cette partie, provient de renseignements.

Toutes mes constatations s'accordent sur trois points :

1° Les éléphants sont nombreux encore. J'ai reconnu à plusieurs reprises, soit que j'aie vu les bêtes par corps, soit que j'aie relevé leurs empreintes, la présence de troupeaux, qui devaient atteindre 200 têtes. Ailleurs, c'étaient des groupes moins importants. Mais, dans l'ensemble, pour peu qu'on s'oriente bien, on en trouve en quantité très appréciable. L'Oubangui-Chari a d'ailleurs exporté, en 1925, 65.165 kgr. d'ivoire, et 56.012 kgr. en 1926, ce qui donne, pour chaque année, un chiffre certainement supérieur à 4.000 animaux abattus.

2° Leur nombre diminue néanmoins d'une manière très sensible (1). A deux ans d'intervalle, j'ai trouvé, à peu près dépeuplées, des contrées où je les avais vus nombreux, et cela dans la même saison, de sorte que leurs migrations pérodiques ne pouvaient expliquer ce changement.

3° La proportion des gros éléphants et des gros porteurs d'ivoire — ce qui n'est pas toujours la même chose — accuse une diminution plus frappante encore. Les éléphants à grosses pointes sont maintenant localisés sur un petit nombre de points, et pour l'un d'entre eux tout au moins, ce ne sont que des animaux de passage, qui se rendent du Congo belge au Soudan Anglo-Egyptien (Bahr el arab et même Bahr el ghazal). Il en reste quelques-uns, en outre, dans certains troupeaux, mais le nombre en est généralement très faible. Un chasseur qui abat un éléphant porteur de pointes de 10 kgr. chacune, s'estime aujourd'hui satisfait ; et si ce chiffre est aisément dépassé dans les quelques endroits privilégiés dont je viens de parler, il

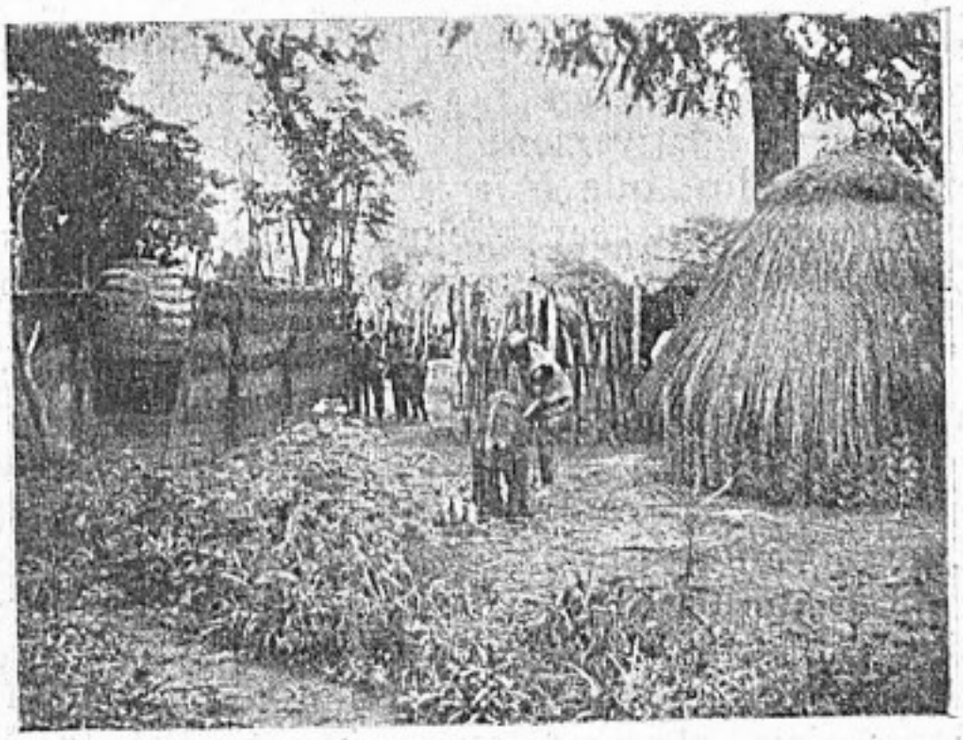


Fig. 148. — Eléphant capturé.

en est où il serait parfaitement chimérique d'espérer l'atteindre.

(1) Le Gabon, où la chasse est particulièrement difficile, et les fusils relativement peu nombreux, est moins atteint à tous égards.

*
* *

Quelles sont les causes de cette situation ?

Elle s'accentue trop rapidement pour qu'on puisse la rattacher à une régression physiologique naturelle. En revanche, un séjour suffisamment prolongé dans les régions de chasse en fournit aisément l'explication.

Elle est incontestablement attribuable, d'une part, aux latitudes tout à fait excessives que l'administration accorde, en matière de chasse, aux indigènes, et, d'autre part, aux moyens insuffisants dont elle dispose pour réprimer le bra-

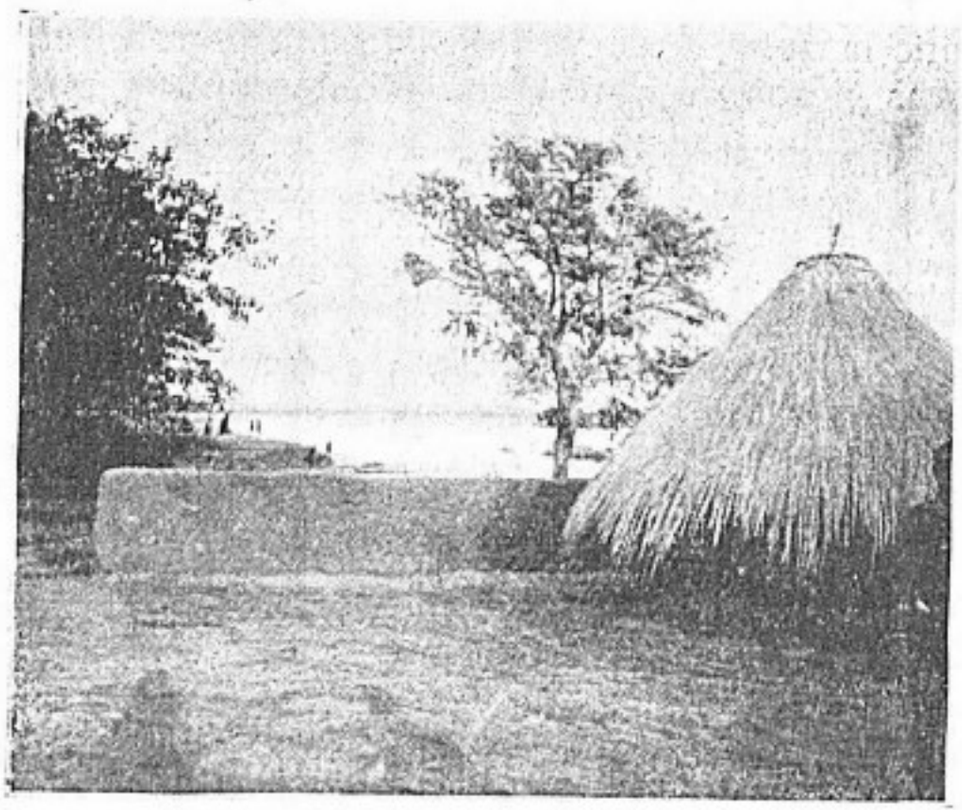


Fig. 149 — Le Logone à Amgar.

connage de ceux-ci lorsqu'ils procèdent en dehors des règlements. Les balles des Européens détruisent relativement peu de gibier. Cela ne veut pas dire que leur responsabilité n'intervienne en rien, car quelques-uns d'entre eux favorisent, pour en tirer commercialement profit, la fraude des chasseurs du pays.

Le remède n'est donc pas très difficile à trouver pour peu qu'on veuille se donner la peine de rédiger des règlements qui ne soient basés ni sur des conceptions théoriques, ni sur la généralisation toujours imprudente d'observations limitées à une faible étendue. La question est actuellement à l'étude au Comité National Permanent de protection de la faune équatoriale, et, au Ministère des Colonies, elle y rencontre tout l'intérêt désirable.

*
* *

Il semble qu'il existe, dans l'Oubangui-Chari à côté de *l'Elephas africanus* var. Rotschildi, dont la présence y a déjà été signalée, une autre variété.

On y rencontre, en effet, à côté d'animaux assez grands, des troupeaux composés presque exclusivement d'éléphants de petite taille, deux mètres environ, et des deux sexes.

J'ai posé, à ce sujet, à une dizaine d'indigènes, tous plus ou moins chasseurs, la question suivante :

« Ces éléphants grossissent-ils, ou restent-ils toujours petits, même quand ils sont vieux? »

Tous, sauf un, m'ont répondu qu'ils ne grossissaient jamais. Certains ont ajouté que leur mère n'était pas la même que la mère des gros éléphants. Ils les désignent enfin sous un nom spécial, Mbakiri. Il semblerait résulter de là qu'il s'agit d'une race distincte.

Un chasseur européen spécialisé, de beaucoup d'expérience, que j'ai rencontré, m'a dit au contraire que c'étaient simplement de jeunes éléphants. « Vous ne trouverez jamais dans leur queue, a-t-il ajouté, un crin de cette couleur ». Il m'a montré un crin presque blanc. J'ai tué peu après un de ces petits animaux sur lequel j'ai prélevé plusieurs crins blanchâtres. Est-il d'ailleurs bien établi que la couleur claire de certains crins soit un signe probant de vieil-

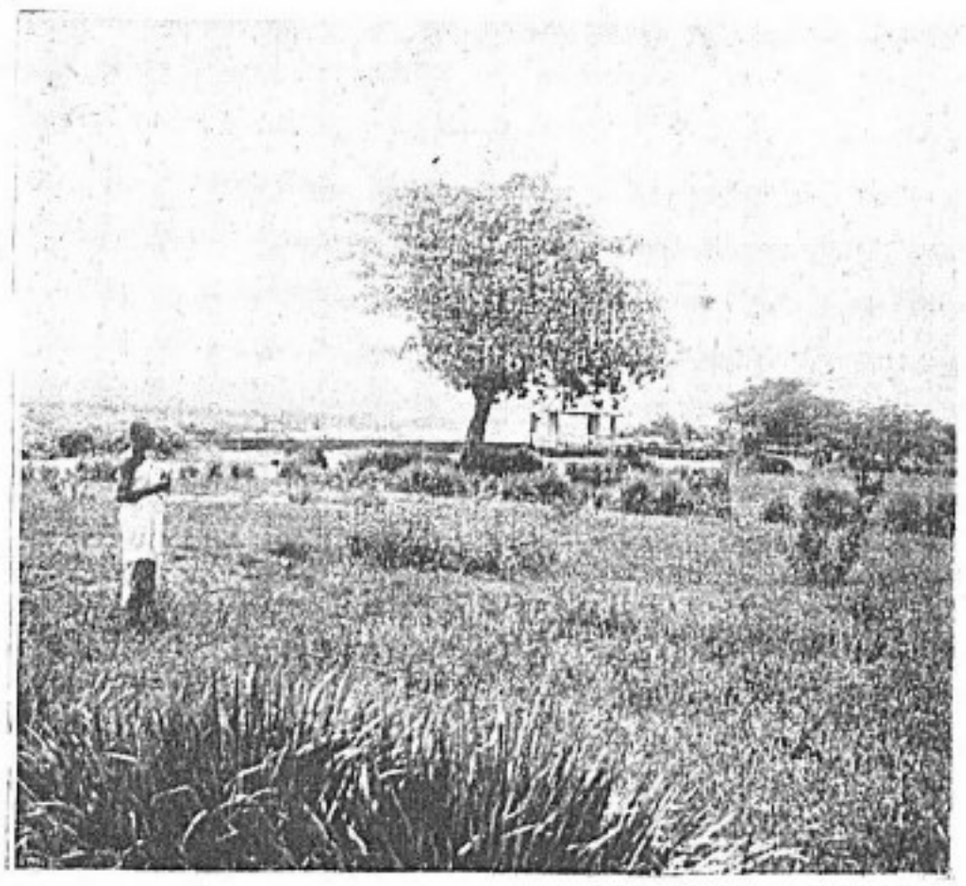


Fig. 150. — Le Chari à Fort Archambault.

lesse chez l'éléphant? L'examen des molaires fournit à cet égard, d'après des faits d'ordre anatomique sur lesquels le Professeur Bourdelle a attiré mon attention, des indices beaucoup plus sûrs.

L'oreille, en revanche, et c'est là un caractère distinctif important, était semblable, au sens géométrique du mot, à l'oreille d'un gros animal que j'avais abattu peu de temps avant.

Mon attention ne s'est portée sur cette question que vers la fin de ma campagne de chasse, et le nombre des éléphants que j'ai tués à par-

tir de ce moment a été trop faible pour qu'il me fût possible de la résoudre.

Ces animaux pourraient — ce n'est là qu'une hypothèse — appartenir à la sous-espèce *Elephas*

Fig. 151. — Eléphant mâle.

Africanus Cyclotis Matschie rattachée par le Professeur Noack à l'*Elephas Africanus Pumilio Noack*, que plus tard Lydekker inclina à confondre avec elle. Mais je n'ai pas constaté l'existence de taches sur leur peau.

*
* *

Je me suis intéressé également à l'existence des cimetières d'éléphants, où l'on prétend que s'amassent des trésors d'ivoire, et je suis arrivé à une conclusion négative.

Les éléphants ont des terrains de parcours très étendus relativement à leur nombre. Quand un éléphant se sent mourir, il n'aurait le temps de gagner un cimetière qu'à la condition qu'il y en eût une certaine quantité, échelonnés sur chaque terrain ; il est probable, dès lors, qu'on en aurait déjà découvert, et parmi eux d'assez caractérisés pour éliminer toute espèce de doute.

On tire argument, dans le sens contraire, de ce qu'on ne rencontrerait presque jamais de dépouille d'éléphant mort de mort naturelle.

Fig. 152. — Crâne d'éléphant (profil).

D'abord, lorsque le cas se produit, les pointes trouvent des propriétaires qui n'ont nulle raison de répandre le bruit de leur trouvaille, car ils ne sont jamais sûrs que l'éléphant ne serait pas réclamé alors par un chasseur. Enfin, quel est l'animal, parmi les hôtes innombrables de la brousse, dont on trouve souvent les dépouilles, à commencer par le rhinocéros ?

Dans son ouvrage « In Unknown Africa », le major P.-H. Powell Cotton, dont l'autorité en la matière est incontestable, donne, p. 377, une très curieuses photographie représentant, non

Fig. 153. — Village de Onol Kamke. Type caractéristique de village.

loin d'une mare, les ossements de plusieurs éléphants, dispersés sur un faible espace. Elle ne modifie pas ma conviction. D'ailleurs, il n'est nullement impossible qu'une épizootie détruise assez rapidement autour d'un point d'eau, par exemple, dont la nécessité retiendra les malades, un troupeau plus ou moins important, et crée là une sorte de cimetière : mais c'est un cas d'exception.

Comme tous les animaux sauvages, l'éléphant s'isole pour mourir. L'animal gravement malade, aussi bien que l'animal grièvement blessé, a tendance à cacher sa déchéance et sa douleur dans les retraites les plus sombres. Cela est constant. Prétendre que certaines de ces retraites deviennent une sorte de rendez-vous rituel des agonisants est tout autre chose.

La légende des cimetières d'éléphants peut aussi avoir son origine dans ce fait que les indigènes de certains pays enterrent leur ivoire. Au Moyen Congo, au début, des chefs ont payé leur impôt à l'aide de pointes d'éléphants qu'ils extrayaient du sol et même du lit des cours d'eau, où ils les avaient enfouies à une faible profondeur.

***

Nous ne pratiquons pas, en Afrique Equatoriale Française, le dressage de l'éléphant. Des résultats ont été obtenus dans ce sens au Congo belge, mais au prix de longs efforts et de dépenses élevées. Plusieurs personnes qui s'intéressent à cette question préconisent au moins un essai dans nos colonies. Il est certain que les très jeunes éléphants s'apprivoisent avec une facilité extrême. J'en ai jadis pris un que j'ai pu, sur place, moins de dix minutes après sa capture, faire débarrasser des liens d'écorce dont il avait fallut l'immobiliser tout d'abord, et qui, en liberté, sans même une corde au cou, m'a suivi docilement jusqu'à mon camp ; pourtant il avait opposé, jusqu'à ce qu'on s'en fût rendu maître, une résistance désespérée. Mais chez les sujets plus âgés la sauvagerie du caractère persiste d'ordinaire plus longtemps. D'autre part, la mortalité, chez les éléphanteaux capturés, est très grande, au moins durant la première année. J'ajoute que lorsqu'on a mené leur éducation à bonne fin, ils rendent, avec beaucoup d'adresse, de grands services.

LES PROPRIETES PHYSIQUES DU VERRE

LEUR CONTROLE DANS UN LABORATOIRE VERRIER INDUSTRIEL (1)

par **Bernard LONG**

Directeur du Laboratoire Central des Glaceries de la Compagnie de Saint-Gobain

Bien que l'une des plus vieilles au monde, l'industrie verrière n'a fait que tardivement appel à l'aide de la Science pour contrôler les fabrications existantes et orienter les fabrications nouvelles.

Les premiers travaux scientifiques importants concernant les principales propriétés physiques des verres, ceux de Schott, Winkelmann, Paalhorn, remontent à peine aux années 1893-1894.

L'ouvrage d'Ilovestadt, intitulé « Le verre d'Iéna », paru en 1900, mettait en lumière les études de ces trois physiciens et constituait tout à la fois, une habile propagande pour la firme Schott, et un plaidoyer convaincant en faveur d'une collaboration intime entre la science et l'industrie verrière.

Cette publication, traduite en anglais, largement répandue dans le monde, n'eut pas pour effet de stimuler l'ardeur des verriers des autres pays. Tout au plus, détermina-t-elle quelques recherches dans les milieux scientifiques en dehors de toute collaboration avec l'industrie ; par exemple, les travaux de Le Chatelier et de ses élèves.

Faut-il en trouver une explication dans le fait que les études de Schott et Winkelmann ayant été faites sur des verres dits d'optique scientifique, les fabricants de verres industriels se crurent autorisés à ne pas suivre un si bel exemple.

Quoi qu'il en soit, ce n'est qu'au cours de la dernière guerre que, sous la pression des circonstances, la foi dans la science se réveilla parmi les verriers alliés et que, surtout aux Etats-Unis, les travaux scientifiques sur les verres en liaison avec l'industrie conduisirent à des résultats féconds.

Cette impulsion a été l'origine de l'orientation de l'industrie verrière mondiale vers le contrôle et la recherche scientifique et, on ne peut mieux caractériser l'évolution profonde subie actuellement par la technique verrière qu'en la comparant à celle, considérable, connue par la métallurgie à suite des travaux d'Osmond

(1) Extrait d'une Conférence faite le 15 janvier 1928 au Conservatoire national des Arts et Métiers.

(1884), Henri Le Chatelier et Austen (1895).

Notre sujet est trop vaste pour être traité dans un seul article avec toute l'ampleur désirable? Aussi, passerons-nous rapidement sur les propriétés optiques et mécaniques des verres, afin de parler plus longuement des propriétés dont l'étude a jeté quelque lumière sur la constitution intime des verres : la dilatation thermique, la viscosité.

Avant d'entrer dans le vif du sujet, nous rappellerons les compositions chimiques de quelques verres.

I. — Verres industriels ordinaires

	SiO^2	SO^3	Al^2O^3	Fe^2O^3	MnO	CaO	MgO	Na^2O	As^2O^3
Verre à glaces	71 50	0 80	0.45	0 12	—	14 5	Traces	13 70	—
Verre à vitres	72 30	0 50	0 41	0 18	—	11 70	0 11	14 70	—
Verre vert à bouteilles	64 80	1.00	4 80	1 92	0.90	13 30	1 75	11 20	—
Verre blanc à flacons	74 00	Traces	1 20	0.07	—	7 50	—	17.20	0 20

II. — Verres résistants

	S SiO^2	B^2O^3	Al^2O^3 + Fe^2O^3	CaO	ZnO	MgO	Na^2O	K^2O	Sb^2O^3	As^2O^3
Pyrex	80 5	11 8	2.2	—	—	—	4 5	—	—	0 7
Durax	75.6	14.3	5 6	0.1	—	—	3 3	0.4	—	—
Maxos	76.0	8.00	1 30	0.6	5.50	2 00	6.00	—	0.6	—
Klinger	75.3	2.90	4 15	0.4	4.58	1.76	9 80	—	0.3	0 8

III. — Verres d'optique

n	v	Nature des verres	SiO^2	P^2O^5	B^2O^3	Na^2O	K^2O	CaO	BaO	ZnO	Pb O	Al^2O^3	As^2O^3
1 458	67 9	Silice fondue	99 9										
1.494	64 6	Borosilicate Crown	69 6		14 0	8.0	3.0					8.0	0.4
1.516	60.8	Crown dur	69.5				19.0	11.1				0.3	0 2
1.541	59.4	Crown baryum léger	57.1		1.8		13.7	0.3	26.9			0 2	0 1
1 610	57.4	Crown baryum lourd	34 5		10.1				42.0	7.8		5.0	0.5
1 549	45.5	Flint léger	60 6				13 9		2 5		22 5	0.3	0 1
1 778	26.5	Flint extra-dense	27.3				1.5				71.0		0.1
1.567	65.6	Phosphate crown		56.0	3.0				38 0			1 50	0.5
1.666	39 2	Borate flint			42.8						52 0	5.0	0.2

PROPRIETES OPTIQUES DES VERRES

Indices de réfraction

L'indice d'un milieu est, par définition, le rapport du sinus de l'angle d'incidence au sinus de l'angle de réfraction pour un rayon lumineux qui pénètre de l'air dans le milieu considéré.

Suivant la précision requise, on mesure les indices par l'une des trois méthodes suivantes :

1° *Méthode de la déviation minima.* (fig. 154).

$$n = \frac{\sin \frac{A + Dm}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$$

L'appareil utilisé s'appelle un goniomètre. Le verre est taillé en forme de prisme à 60°.

2° *Méthode de la réfraction limite* (fig. 155).

$$n = \sqrt{N^2 - \sin^2 i}$$

L'appareil couramment utilisé est le réfractomètre de Pulfrich, qui emploie une plaquette

de verre à deux faces polies perpendiculairement l'une à l'autre.

3° *Méthode de la réflexion totale* (fig. 156).

L'appareil est le réfractomètre d'Abbe, qui ne nécessite que le polissage d'une seule face plane.

Les indices les plus faibles sont ceux de la silice vitreuse (1,45) et des borosilicates extra-légers (1,49 environ) ; les indices les plus forts, ceux des flints extra-denses, sont voisins de 1,90 (tableau III).

Pour caractériser le pouvoir dispersif d'un verre, c'est-à-dire, le plus ou moins grand étale-

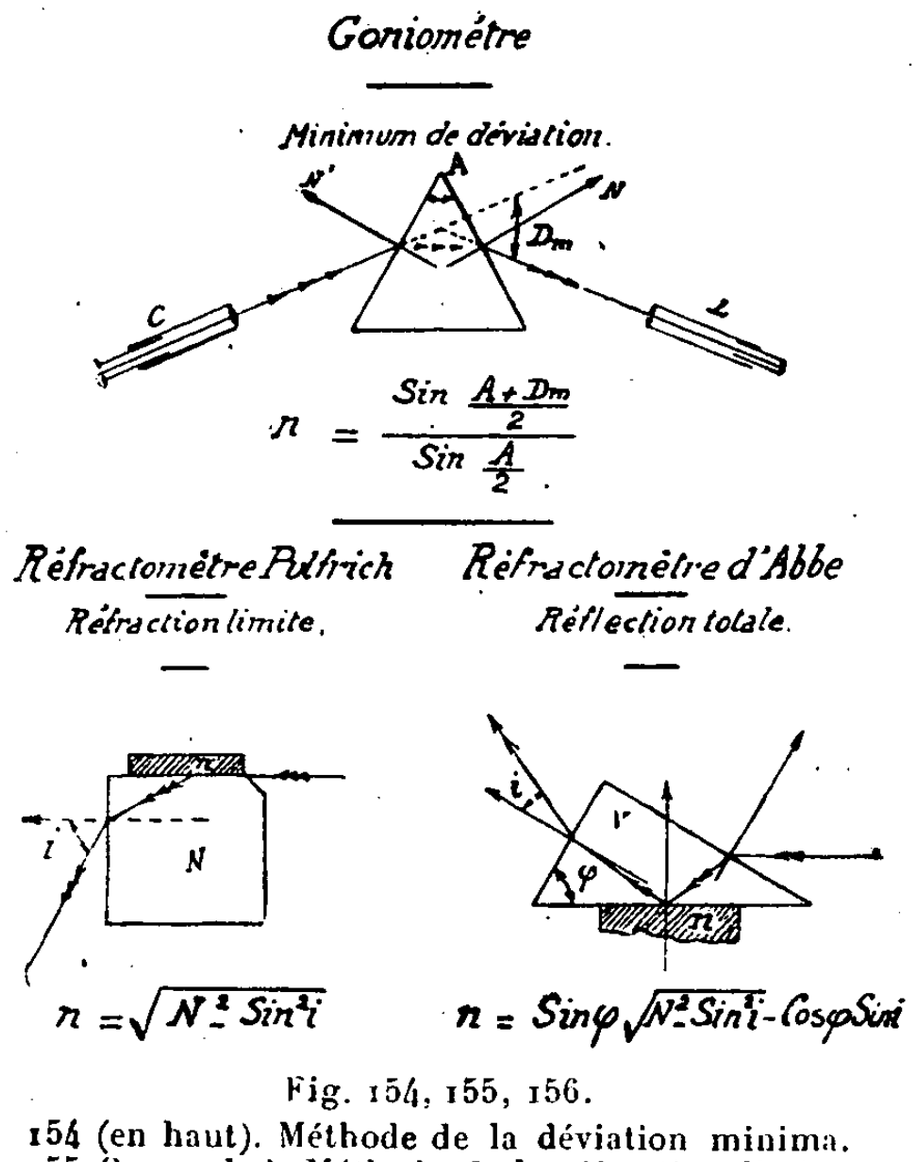


Fig. 154, 155, 156.

154 (en haut). Méthode de la déviation minima.
155 (à gauche). Méthode de la réfraction limite.
156 (à droite). Méthode de la réflexion totale.

ment du spectre qu'il fournit, on donne généralement la valeur de la constante ν définie par le quotient :

$$\frac{n_D - I}{n_F - n_C}$$

n_D, n_F, n_C étant respectivement les indices du verre pour la raie jaune du sodium et pour les raies rouge et bleu-verte du psectre de l'hydrogène.

Cette constante ν varie de 70 pour les phosphates-crowns à 20 pour les flints extra-denses (tableau III).

Le verre à glaces et le verre à vitres ont des indices voisins de 1,52 et des ν voisins de 58.

Morey et Merwin (1), du Geophysical Laboratory, ont étudié les indices des verres contenant de la silice, de la soude et de la chaux et ont traduit leurs résultats sous la forme d'un diagramme triangulaire.

(1) Communication privée du Geophysical Laboratory Washington.

Transparence des verres pour les différentes radiations.

La transparence pour une radiation déterminée est caractérisée par un coefficient, appelé coefficient de transparence, défini comme suit :

Soit I_0, l'intensité de la radiation pénétrant normalement dans une lame de verre. Après un parcours d'un centimètre, l'intensité est réduite à la valeur I_1.

Le rapport $t = \frac{I_1}{I_0}$ est le coefficient de transparence pour la radiation considérée. Après un parcours égal à l centimètre l'intensité est :

$$I_l = I_0 \times t^l.$$

Le rapport $T = \frac{I_l}{I_0}$ est la « transparence » pour l'épaisseur l.

On étudie la transparence des verres pour les différentes radiations au moyen d'appareils appelés spectrophotomètres, qui comportent les dispositions générales suivantes :

A l'entrée dans l'appareil, le faisceau lumineux initial est séparé en deux faisceaux d'égale intensité qui, après des parcours différents, sont concentrés sur deux plages photométriques juxtaposées.

On règle d'abord l'appareil en sorte qu'aucun milieu absorbant étranger n'étant interposé sur les faisceaux, les plages photométriques aient le même éclairement.

Puis, perpendiculairement à l'un des faisceaux, on interpose la lame de verre à étudier et on rétablit l'égalité d'éclairement des plages au moyen d'un dispositif permettant d'amoindrir l'intensité du deuxième faisceau : croisement de nicols, coins absorbants, secteur tournant à ouverture variable, etc...

Le spectrophotomètre de la maison Jobin permet d'étudier la transparence des verres pour les radiations du spectre visible.

Le spectrophotomètre à secteurs de la maison Hilger peut être utilisé pour l'étude de l'absorption des verres pour les radiations ultra-violettes.

Ici, les radiations étant invisibles, c'est sur une plaque photographique que se peignent les plages photométriques dont il a été question.

La connaissance de la courbe de transparence ou courbe des variations de la « transparence » en fonction de la longueur d'onde de la lumière est particulièrement précieuse pour les verres colorés. Il est en effet difficile, sinon impossible, de caractériser de manière précise la teinte d'un verre autrement que par sa courbe de transparence.

On assiste souvent à des discussions intermi-

nables pour la fourniture de verres colorés, parce que clients et fabricants emploient un langage imprécis.

Ainsi, on demandera des verres bleus plus ou moins verdâtres, des verres rouges plus ou moins jaunâtres.

Les courbes de transparence, ci-contre (figure 157), relatives à deux verres bleus, montrent l'intérêt de ces études spectrophotométriques.

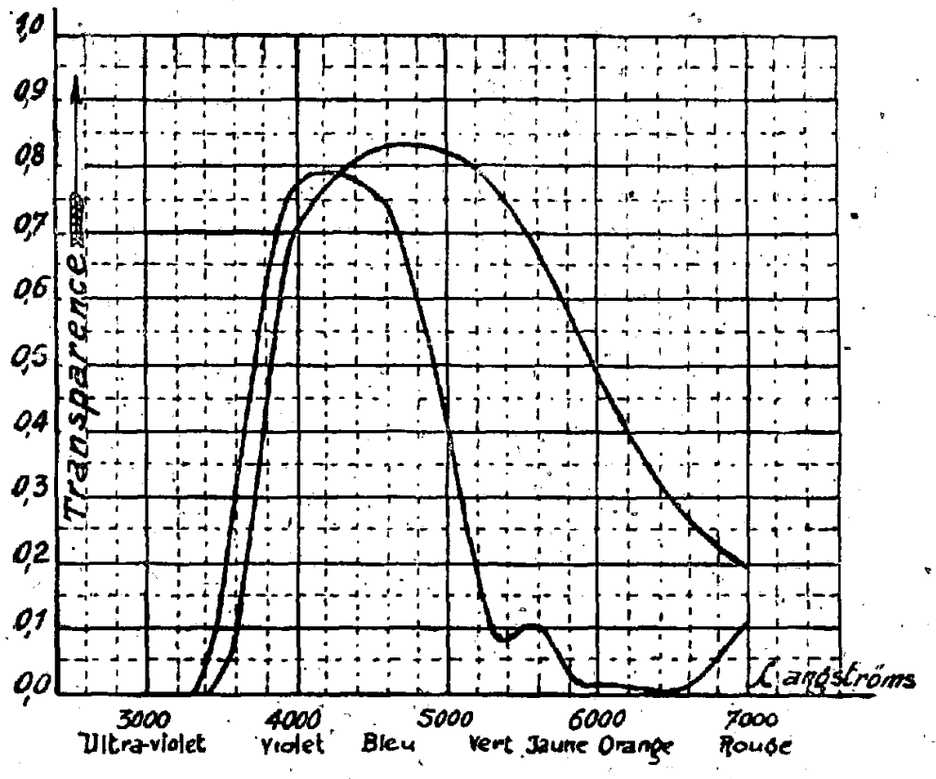


Fig. 157. — Courbes de transparence de deux verres bleus.

L'étude de la transparence des verres pour les radiations ultra-violettes intéresse deux fabrications opposées : celle des verres peu transparents, absorbants ; celle des verres très transparents.

Dans la première catégorie entrent les verres de lunetterie plus ou moins colorés, qui protègent les yeux des radiations ultra-violettes solaires.

Dans la deuxième catégorie se trouvent les verres à vitres et à glaces qui laissent pénétrer à l'intérieur des appartements les rayons ultra-violets, dits «rayons vitaux» émis par le soleil.

Les figures 158 et 159 représentent les courbes de transparences de quelques-uns de ces verres exceptionnels.

Propriétés mécaniques.

Elles sont précieuses à connaître, aussi bien pour le fabricant que pour le client.

La dureté superficielle intervient dans tous les travaux de taille et de doucissage. Elle est un des facteurs de la luminosité des dalles en verre sur lesquelles ont circulé, car, lorsque le verre se raye facilement, la perte de lumière par diffusion sur les faces supérieures est importante.

La résistance du verre à la flexion et au choc intéresse le constructeur qui emploie le verre en feuilles ou les tuiles pour les toitures, les dalles ou les pavés pour les planchers.

Mais les propriétés mécaniques qu'il importe de connaître avec le plus de précision sont : la

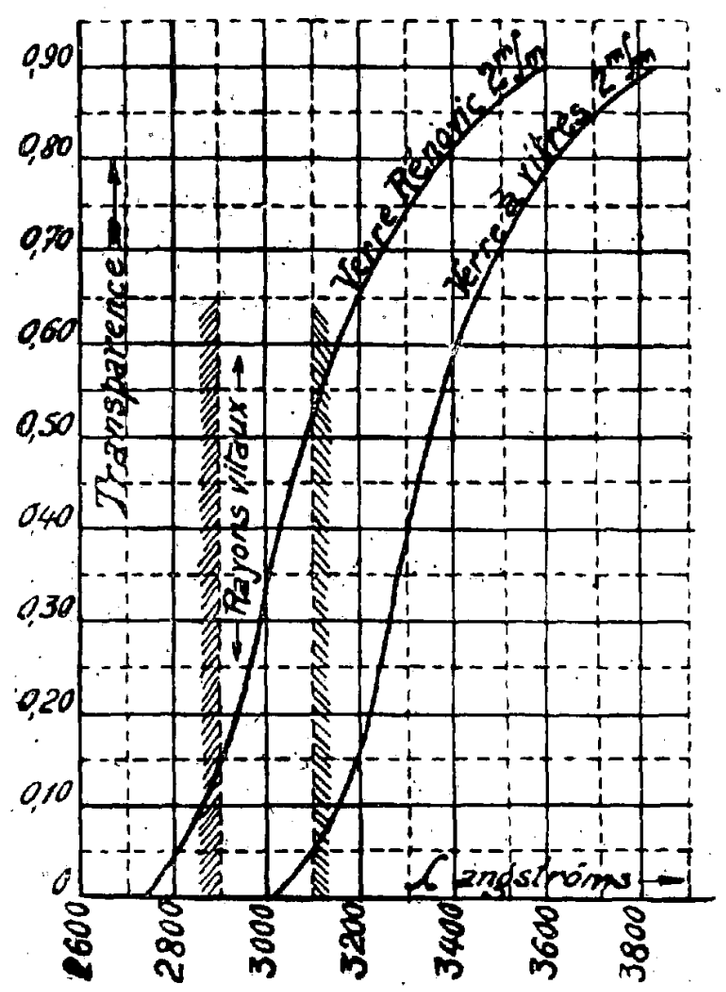


Fig. 158. — Courbes de transparence d'un verre à vitre ordinaire et du verre à vitres Rénovic de 2 m/m d'épaisseur, pour les radiations ultra-violettes.

résistance du verre à la traction et le module d'élasticité, car la résistance aux variations de température en dépend étroitement.

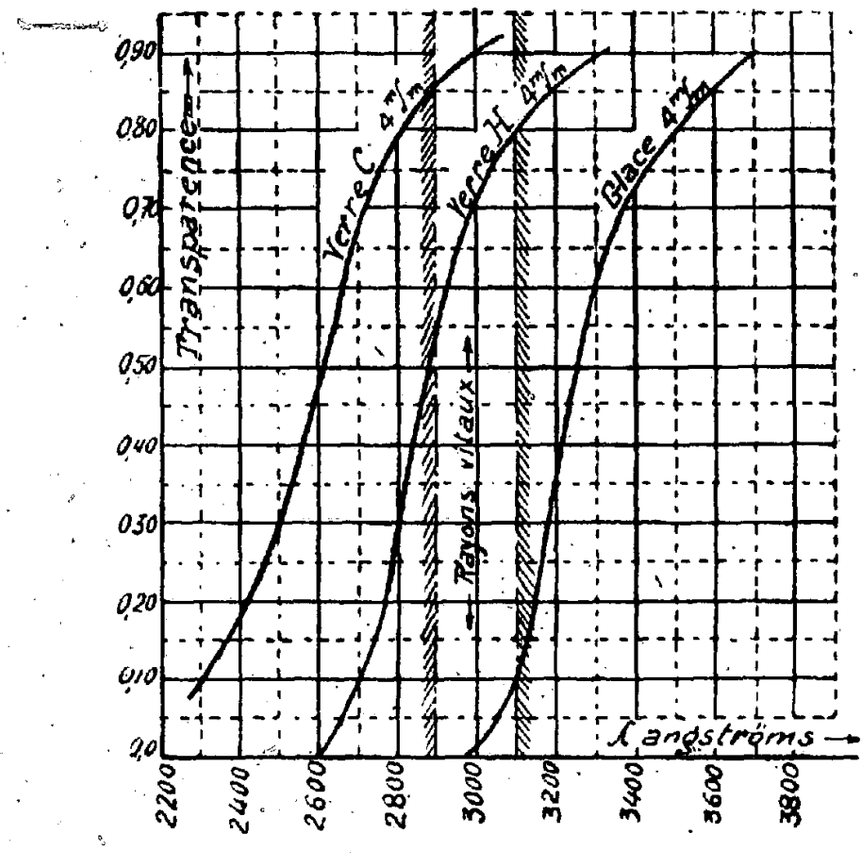


Fig. 159. — Courbes de transparence de deux verres à glace à très grande transparence pour les radiations ultra-violettes et d'un verre à glace ordinaire.

Schott et Winkelmann (1) ont en effet montré que la résistance aux variations de température pouvait être mesurée par le coefficient :

$$F = \frac{P}{\alpha E}\sqrt{\frac{K}{s.c.}}$$

(1) Schott et Winkelmann. *Ann. d. Phys. u. Chem.* (1894).

ou P désigne la résistance du verre à la traction,
E le module d'élasticité,
α le coefficient de dilatation,
K la conductibilité thèrmique,
s la densité,
c la chaleur spécifique.

Densité des verres.

On la détermine généralement par la méthode dite de la balance hydrostatique qui consiste à peser un morceau de verre suspendu au plateau de la balance d'abord, d'abord dans l'air, puis dans l'eau.

Si M indique la masse de l'échantillon, M' la somme des masses marquées que l'on doit ajouter sur le plateau auquel il est suspendu pour rétablir l'équilibre lors de la deuxième pesée,

on a : $d = \frac{M}{M'}$

En général, on ne cherche pas à connaître la densité des verres industriels avec plus de deux décimales exactes, tant à cause du manque d'homogénéité que de l'insuffisance de la recuisson. Même pour les verres d'optique, la connaissance de la densité avec trois décimales exactes offre peu d'intérêt.

Les densités des verres sont comprises entre 2,25 pour les borosilicates extra-légers et 5,00 pour les flints extra-denses. Exceptionnellement, on fabrique des verres boriqués dont la densité est voisine de 2,20 et des verres plombeux très lourds, dont la densité approche 6.

Les densités des verres industriels ordinaires sont comprises entre 2,50 et 2,60.

Morey et Merwin (1) du Geophysical Laboratory, ont fait une étude complète des densités des verres du système silice-soude-chaux.

De nombreux travaux ont été faits, tant en Angleterre qu'en Allemagne pour relier la densité à la composition chimique.

Parmi les plus récents et les plus intéressants, il faut classer ceux de Peddle (2), English (3), Turner (4) et leurs collaborateurs en Angleterre, ceux de Gehlhoff et Thomas (5) en Allemagne.

Dureté superficielle.

Pour la mesurer, la méthode la plus simple et qui conduit aux résultats les plus concordants, est celle dite de la rayure :

Avec une pointe de diamant chargée d'un poids connu, on trace sur le verre une rayure rectiligne dont on mesure ensuite la largeur au microscope.

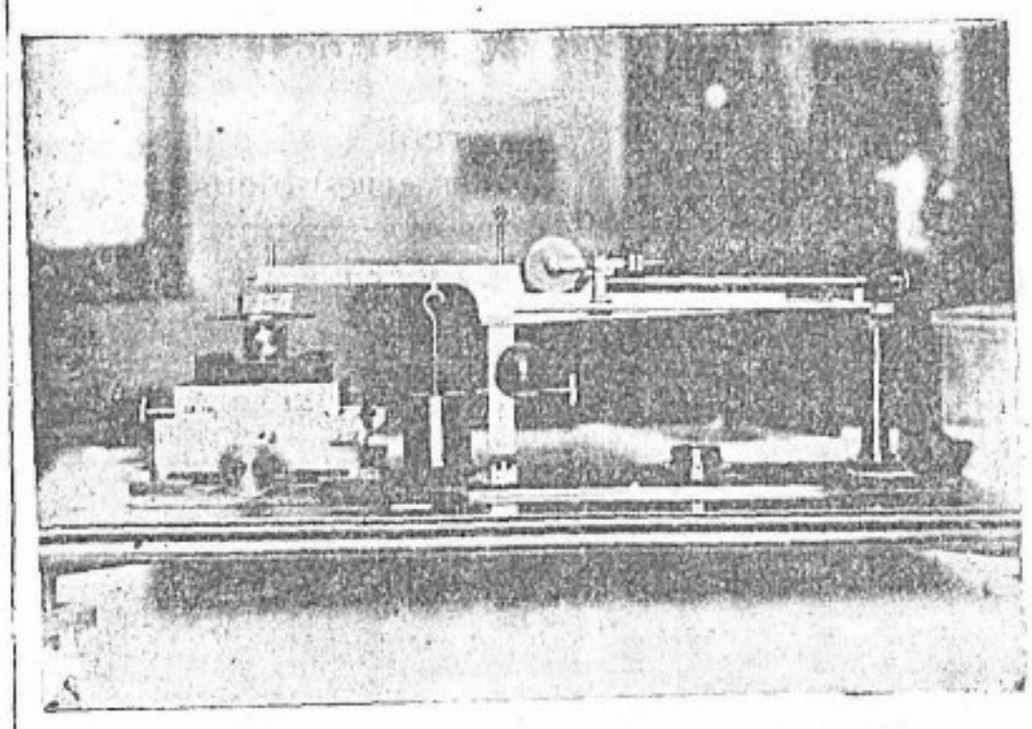


Fig. 160. — Scléromètre Martens.

Plus la rayure est large et moins le verre est dur.

Afin d'éviter les erreurs qui pourraient provenir d'une forme irrégulière du diamant, on

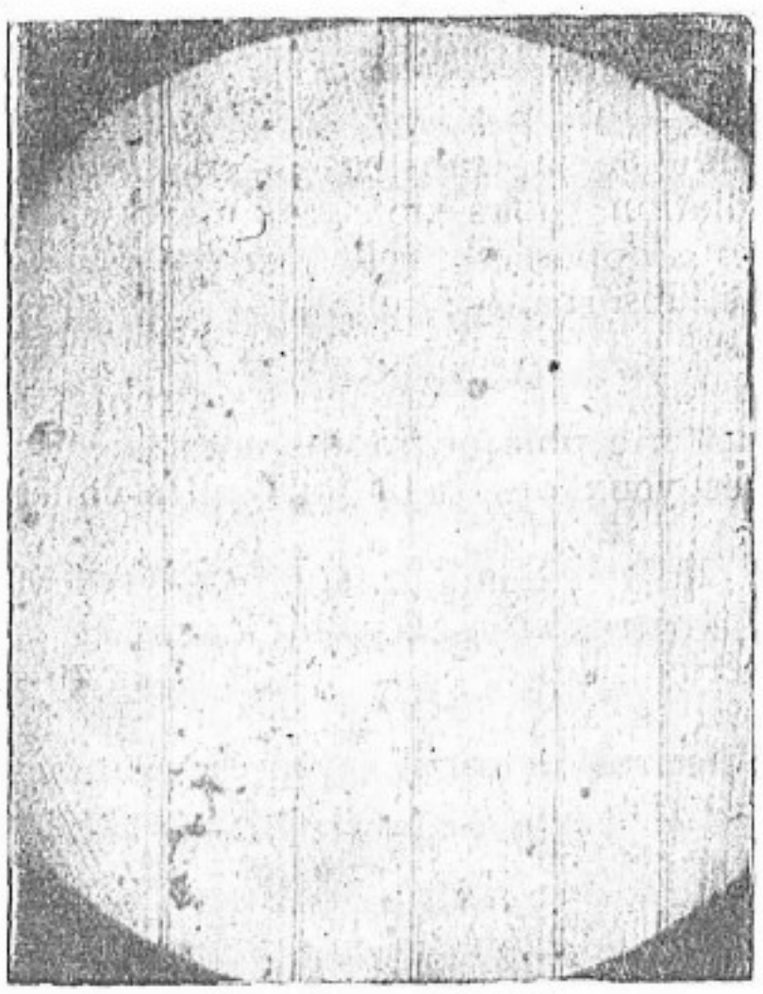


Fig. 161. — Rayures.

modifie légèrement le mode expérimental précédent et on détermine quelle doit être la charge du diamant pour obtenir une rayure de largeur déterminée.

Pour cela, il suffit d'expérimenter avec des charges croissantes et de construire la courbe représentant les variations de la largeur de la rayure en fonction de la charge.

L'appareil utilisé est appelé scléromètre (figure 160).

La figure 161 représente, grossies 200 fois,

(1) Communication privée du Geophysical Laboratory Washington.

(2) C. J. Peddle, *Journ. Soc. Glass. Techn.*, 1920.

(3) S English et W. E. S. Turner, *J. Soc. Glass. Techn.*, 1920-21-23.

(4) A. R. Sheen et W. E. S. Turner, *Journ. Soc. Glass., Techn.*, 1924

(5) G. Gehlhoff et M. Thomas, *Zeitschr. f. Techn. Physik.*, 1926.

des rayures tracées avec un scléromètre Martens.

Gehlhoff et Thomas (1) ont étudié l'influence des divers oxydes constituants sur la dureté superficielle du verre.

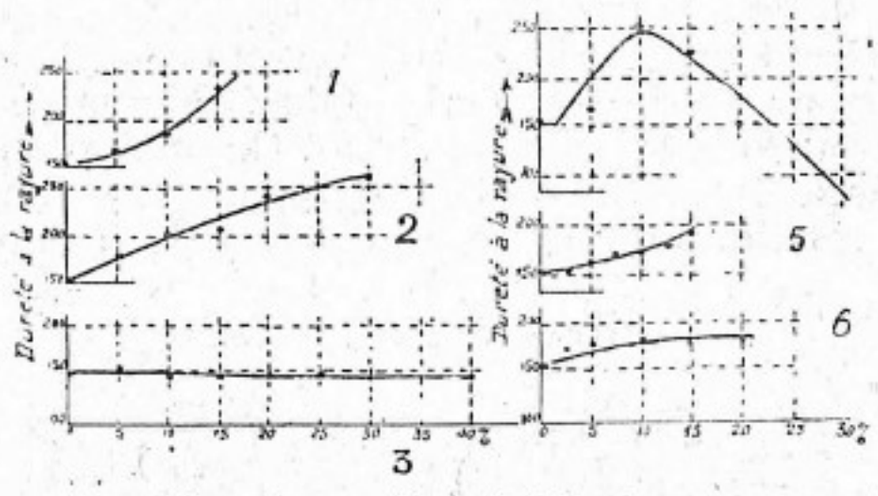


Fig. 162. — Dureté à la rayure.

Les graphiques de la figure 162 montrent comment se modifient la dureté du verre de base contenant 82 % de SiO^2 et 18 % de Na^2O quand on substitue à un certain pourcentage de SiO^2 un pourcentage égal de l'un des oxydes. CaO (1), ZnO (2), PbO (3), B^2O^3 (4), Al^2O^3 (5), Fe^2O^3 (6).

Résistance a la traction.

Les mesures s'effectuent sur de petites baguettes cylindriques de quelques centimètres de longueur et de quelques millimètres de diamètre. Pour que les résultats trouvés aient quelque signification, il faut absolument que l'effort de traction appliqué aux baguettes soit rigoureusement dirigé suivant l'axe, afin d'éviter tout moment de flexion et une rupture prématurée.

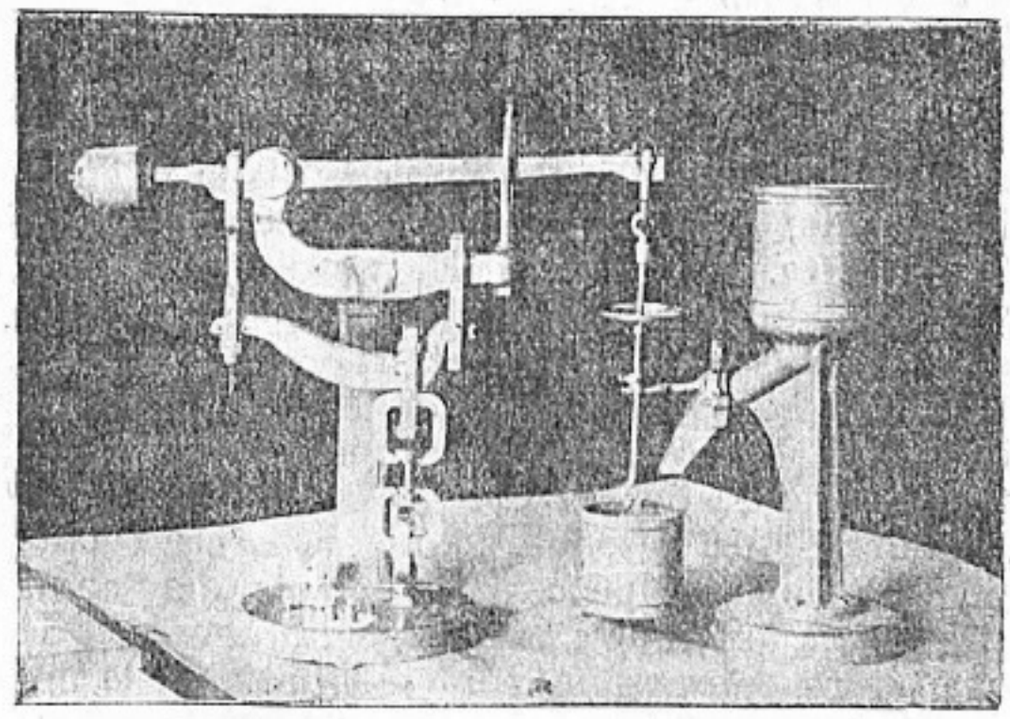


Fig. 163. — Appareil de traction.

C'est pourquoi on s'ingénie à rendre infiniment mobile le système de suspension des appareils de traction (fig. 163).

Quelles que soient les précautions prises, les résultats obtenus sur un même verre sont très discordants.

Il est possible de les ordonner et d'écarter certaines valeurs de la résistance à la traction nettement trop faibles si, comme l'ont fait Gehlhoff et Thomas, on considère que les surfaces de rupture présentent toujours une partie polie et une partie dépolie dénotant l'arrachement de la matière.

Il y aurait arrachement complet, et les valeurs trouvées à la rupture caractériseraient immédiatement la résistance à la traction, si toute la surface était dépolie.

Comme il est pratiquement impossible d'obtenir ce résultat, Gehlhoff a convenu de prendre comme valeur de la résistance à la traction celle qui correspond à 90 % de surface dépolie. On la détermine facilement en construisant la courbe des résistances à la traction en fonction des pourcentages de surface polie.

Les résistances à la traction des différents verres sont comprises entre 4 et 10 kg/mm².

A titre de comparaison, un acier extra-doux à une charge de rupture à la traction de l'ordre

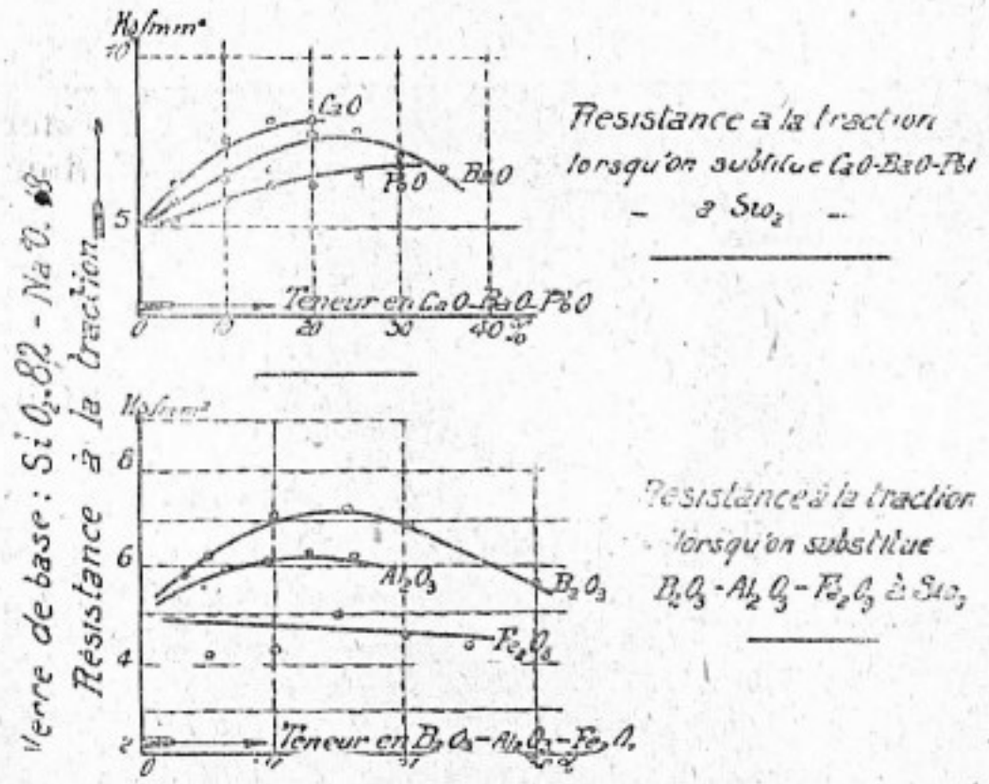


Fig. 164. — Résistance à la traction.

de 40 kg/mm², un acier extra-dur atteint 100 kg/mm².

Gehlhoff et Thomas (1) ont rangé les différents oxydes constituants des verres par ordre d'influence décroissante (dans une certaine limite de pourcentage) sur la résistance à la traction comme suit :

CaO, B^2O^3 (jusqu'à 15 %), BaO, Al^2O^3, PbO, K^2O, Na^2O, SiO^2, MgO, ZnO, Fe^2O^3.

Ces auteurs ont étudié les propriétés méca-

(1) G. Gehlhoff et M. Thomas. *Zeitschr. f. Techn. Physik.*, 1926.

(1) G. Gehlhoff et M. Thomas. *Zeitschr. f. Techn. Physik.*, 1926.

niques de plusieurs familles de verre à 2, 3, 4 constituants et déterminé les variations de ces propriétés quand on substitue 1 % d'un nouvel oxyde à 1 % de l'un des oxydes constituants des verres de base.

Les courbes de la figure 164 représentent des variations de la résistance à la traction du verre $SiO^2$82, Na^2O18, quand on substitue à de la silice, de la chaux, de la baryte, de l'oxyde de plomb, de l'anhydride borique, de l'alumine et de l'oxyde de fer.

Résistance a la flexion et a la compression.

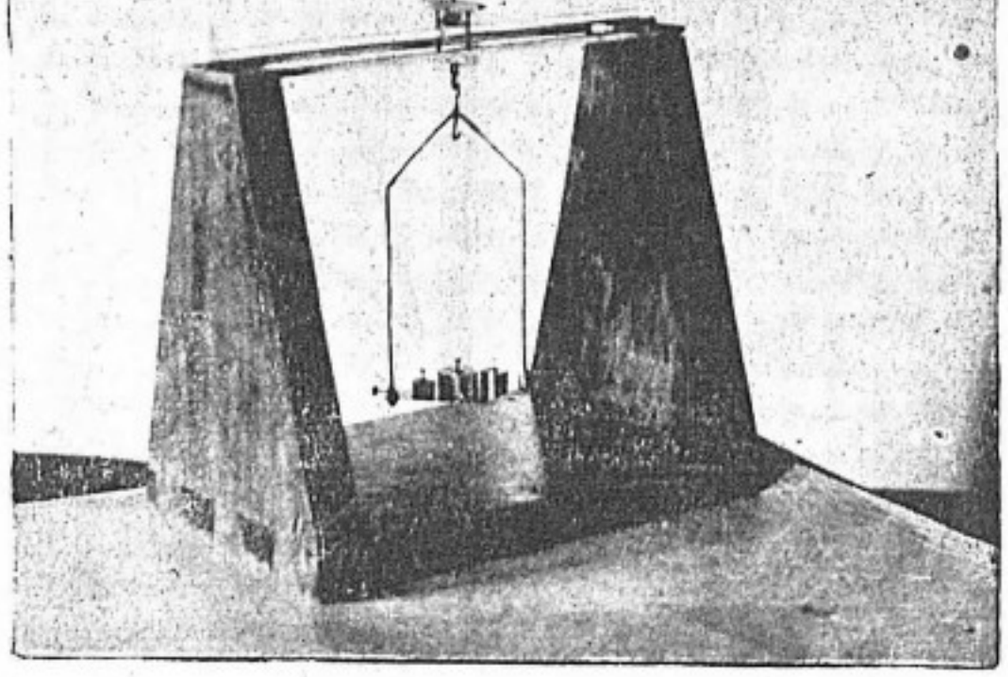
On mesure la résistance à la flexion en déterminant la charge de rupture qui, appliquée au milieu de baguettes à section circulaire ou elliptique, en provoque la rupture. On a :

$$R = \frac{Pl}{\pi a^2 b}$$

P étant la charge de rupture appliquée au milieu d'une baguette cylindrique à section elliptique d'axes a et b reposant sur deux appuis séparés, de l.

Elle est comprise entre 1 et 3 kg/mm² pour les différents verres.

La résistance à la compression offre relative-



g. F165. — Apparei l pour la mesure du module d'élasticité

ment peu d'intérêt, car il est exceptionnel que ce soit elle qui restreigne l'emploi du verre comme matériau de construction.

Elle est de l'ordre de 100 kg/mm².

Module d'élasticité ou module d'Young.

C'est le coefficient de proportionnalité E de la formule d'Young qui relie l'allongement ΔL subi par une barre droite soumise à l'effort d'extension F, parallèle à la fibre moyenne :

$$\frac{F}{S} = E \frac{\Delta L}{L}$$

S étant la section de la barre perpendiculairement à la direction de la fibre moyenne, L la longueur de la barre. E s'exprime en kg/mm².

On le détermine généralement par un essai de flexion :

Une baguette de verre à section rectangulaire est posée sur deux appuis distants de 20 centimètres environ (fig. 165). On applique une charge P en son milieu et on mesure l'angle de rotation de l'un de ses extrémités au moyen

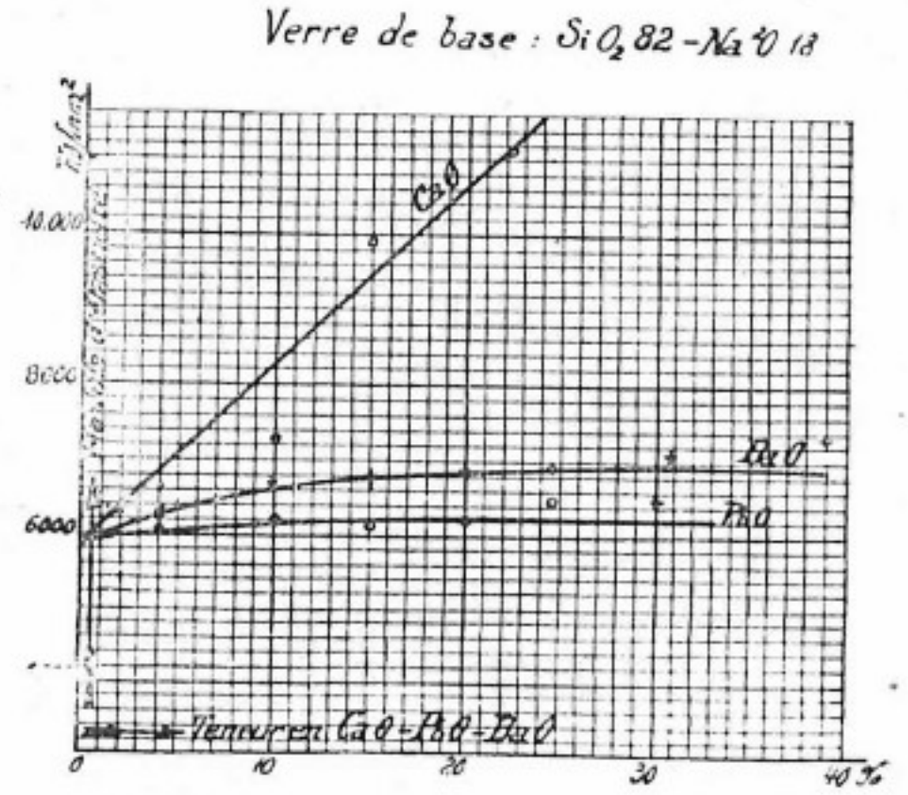


Fig. 166. — Module d'élasticité lorsqu'on substitue CaO — PbO — BaO à SiO^2

d'une lunette autocollimatrice et d'un petit miroir fixé sur la baguette avec du mastic.

E est donné par la relation :

$$E = \frac{3}{4} \frac{l^2 P}{a^3 b \operatorname{tg} \alpha}$$

α étant l'angle de rotation, l la distance entre les appuis, a et b la largeur et l'épaisseur de la baguette.

Les modules d'élasticité des différents verres sont compris entre 5.000 et 10.000 kg/mm². A titre de comparaison, ceux de l'aluminium commercial et d'un acier ordinaire sont respectivement de 7.000 et 20.000.

Pour les verres sodo-calciques, Clarke et Turner (1) ont corrigé les coefficients de Schott relatifs à l'action de 1 % de silice, de soude et de chaux, en supposant vraie comme lui la loi d'additivité.

Ainsi, pour un verre ayant la composition centésimale : SiO^2 74,60 ; $Al^2O^3 + Fe^2O^3$ 0,65 ; Na^2O 14,20 ; MgO 0,30 ; CaO 10,40, dont le module mesuré est de 7.249 kg/mm², Clarke et Turner trouvent par le calcul la valeur 7.219 kg/mm², alors que les coefficients de Schott conduisent à 7.521 kg/mm².

(1) J. R. Clarke et W. E. S. Turner. *Journ. Glass. Tech.*, 1919.

L'étude la plus récente et la plus complète concernant l'influence des divers oxydes constituants sur la valeur du module d'élastivité est celle de Gehlhoff et Thomas (2).

Ces physiciens ont pu tracer les courbes montrant les variations du module d'élasticité du verre SiO^2 82, Na^3O 18, quand on remplace 1, 2.... % de SiO^2 par 1, 2... % de chaux, de baryte, d'oxyde de plomb (fig. 166) de magnésie, d'oxyde de zinc, d'anhydride borique, d'oxyde de fer,(fig. 166).

Dilatation des verres.

L'étude de la dilatation est pleine d'intérêt non seulement parce que la résistance aux variations de température dépend étroitement de la valeur du coefficient de dilatation, mais encore parce que l'étude des anomalies de dilatation fournit des renseignements très précieux aussi bien au fabricant soucieux de recuire rationnellement ses verres qu'au physicien qui cherche à pénétrer les mystères de l'état vitreux.

Le coefficient qui caractérise la résistance d'un verre aux variations de température est, nous l'avons vu, donné par :

$$F = \frac{P}{\alpha E}\sqrt{\frac{K}{s\,c}}$$

En première approximation on peut considérer que les variations de F ne dépendent essentiellement que des variations de P, de E et de α, car la quantité sous le radical varie peu, même quand on modifie notablement la composition du verre.

Dans ces conditions, on voit que pour une même variation relative de P ou de α, ou de E, la variation relative de F est la même. Cependant, on méconnaît souvent encore aujourd'hui cette relation et on admet volontiers que la résistance aux variations de température est surtout affectée par les variations de α.

Dans les laboratoires industriels, on étudie généralement la dilatation des verres au moyen de dilatomètres enregistreurs (fig. 167).

Le verre, mis sous forme de baguette ou sous forme de lame à faces parallèles est placé dans un four électrique à résistance chauffante.

La dilatation de l'échantillon est transmise à un dispositif amplificateur inscripteur qui est aussi commandé par l'appareil de repérage des températures (couple thermoélectrique, baguette de métal dont la dilatation est connue).

L'échantillon actionne le dispositif suivant la direction de l'un des axes de coordonnées, l'appareil de repérage des températures provoque des déplacements suivant l'axe perpendiculaire, en sorte que la plume chargée d'encre où le rayon lumineux inscripteur trace la courbe de dilatation sur une feuille de papier ou sur une plaque photographique.

Si l'on excepte la silice fondue, les coefficients moyens de dilatation linéaire des verres entre $+20°$ et $+120°$ sont compris entre 30 et 110 $\times 10^{-7}$. Dans le même intervalle de température les coefficients de dilatation de l'aluminium, du cuivre, du platine et du tungstène sont respectivement de 230, 170, 92, 45×10^{-7}.

Le tableau ci-dessous indique les valeurs de

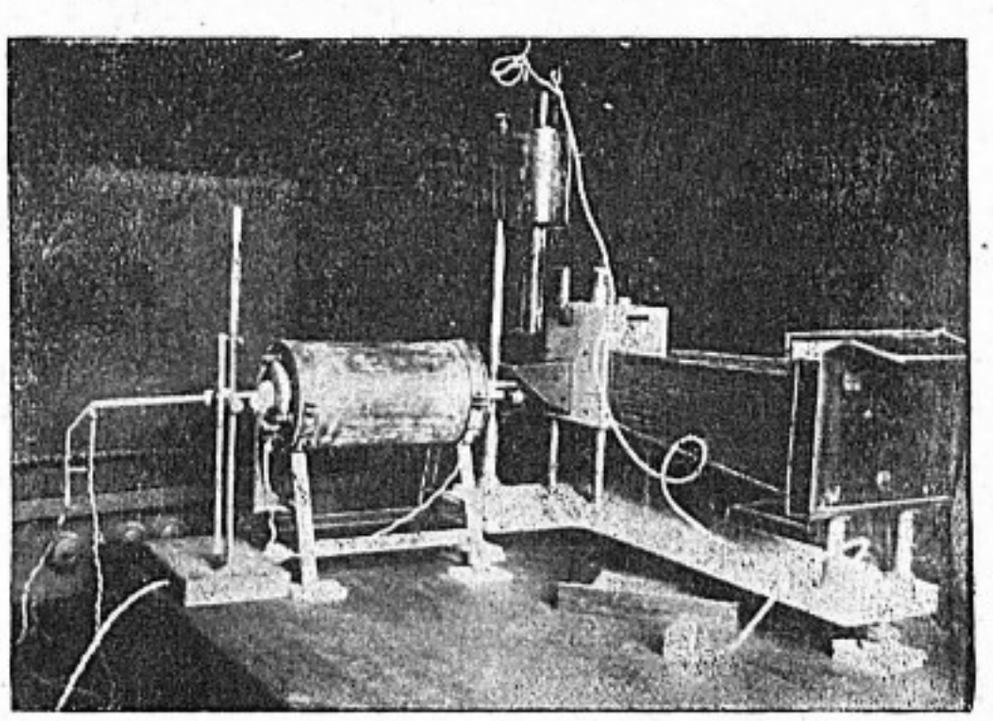


Fig. 167. — Appareil à enregistrement photographique.

coefficients de dilatation de quelques verres de compositions différentes que l'on rencontre couramment.

	$\alpha^{120}_{20} \times 10^7$
Silice fondue	5,6
Pyrex	32
Verre à glaces	85
Cristal ordinaire	87
Verre vert à bouteilles	91

Schott (1) a été le premier à considérer le coefficient de dilatation comme une fonction linéaire des pourcentages des différents oxydes constituants. Il a affecté chaque oxyde d'un coefficient qui représente l'influence de 1 % de cet oxyde sur la dilatation de sorte que si u, v, w, t désignent les coefficients de divers oxydes dont les pourcentages dans le verre sont a, b, c, d, le coefficient de dilatation est donné par la relation :

$$\alpha = au + bv + cw + dt$$

Bien que cette loi d'additivité ne soit pas rigoureuse, il est indéniable qu'elle a été un

(2) Geilhoff et M. Thomas. *Zeitschr. f. Techn. Physik.*,

(1) Hovestadt. « Jenaer Glass », Iéna, 1900.

guide précieux pour les verriers, notamment pour la recherche de verres à faible dilatation.

Pour quelques familles de verres sodo-calciques, magnésiens, alumineux, English, Turner (2) et leurs collaborateurs ont substitué à ceux de Schott de nouveaux coefficients qui conduisent à des dilatations calculés à partir de la composition centésimale plus voisines de celles fournies par l'expérience.

Ainsi, pour la silice la chaux et la soude, English et Turner proposent, pour calculer le coefficient de dilatation linéaire, le système de coefficients : 0,05 ; 1,63 ; 4,32, alors que les valeurs correspondantes des coefficients de Schott sont de 0,27 ; 1,66 ; 3,33.

Le verre ayant la composition centésimale :

$$SiO^2\ 75{,}3 — CaO\ 11{,}7 — Na^2O\ 13$$

a pour coefficient de dilatation linéaire en unités de la 7e décimale. D'après Schott : $\alpha = 75{,}3 \times 0{,}27 + 11{,}7 \times 1{,}66 + 13 \times 3{,}33 = 83$. D'après English et Turner : $\alpha = 75{,}3 \times 0{,}05 + 11{,}7 \times 1{,}63 + 13 \times 4{,}32 = 78{,}9$.

La valeur expérimentale est $\alpha = 76{,}9$.

Examinons maintenant en détail une courbe de dilatation.

Nous supposerons d'abord avoir affaire à un

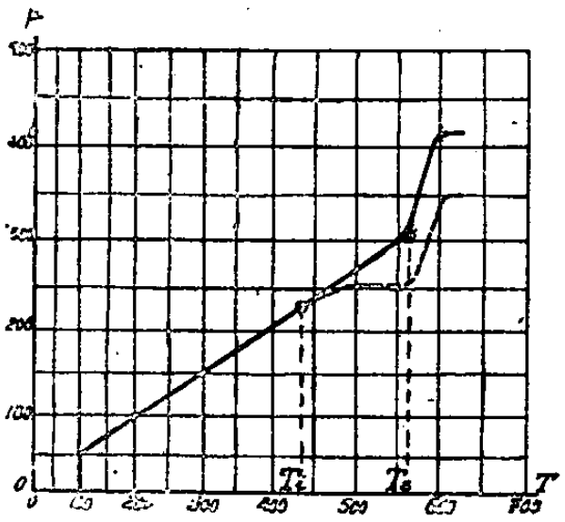


Fig. 168. — Courbes de dilatation d'un verre à l'état recuit et à l'état trempé.

échantillon de verre bien recuit, c'est-à-dire exempt de tensions internes.

La dilatation est d'abord à peu près linéaire (fig. 168, courbe en trait plein), puis, à une température Ts appelée température de transformation ou température supérieure de recuisson, nous observons une brusque augmentation du coefficient de dllatation.

Nous arrivons ensuite, après un parcours sensiblement rectiligne, à un deuxième point singulier de la courbe à partir duquel cette dernière est une parallèle à l'axe des abscisses.

Pour l'appareil de dilatation qui a tracé cette courbe, cela signifie que la baguette en verre, placée horizontalement sur une règle support, cesse d'agir sur le dispositif inscripteur, qui n'est plus actionné que par l'appareil de repérage des températures.

La baguette de verre perd sa rigidité, se ramollit superficiellement à la température du deuxième point singulier.

Si, pour tous les essais de dilatation, la vitesse de chauffage du four électrique est lente et constante (4° C. à la minute, par exemple), et si les baguettes cylindriques utilisées ont à peu près le même diamètre, 6 à 8 millimètres, cette température, caractéristique du verre en expérience, peut servir à définir le point de ramollissement commençant.

Dans ces conditions, ce point est, pour les différents verres, entre 10 et 45° C. au-dessus du point de transformation. La température de ce dernier, essentiellement fonction de la composition du verre est de 535° C. pour un verre à glaces et de 420° C. pour un flint extra-dense à 60 % d'oxyde de plomb.

Etudions maintenant la dilatation d'une baguette de verre qui a été portée d'abord à une température voisine de celle du point de ramollissement commençant, puis, brusquement refroidie à l'air. Cette baguette est dite « trempée ».

La courbe de dilatation présente d'abord une partie rectiligne qui coïncide sur une certaine longueur avec la courbe du verre recuit, puis, s'en sépare assez brusquement à une température Ti, que nous appellerons température du commencement de relâchement des tensions internes provoquées par la trempe.

La courbe continue par une portion rectiligne de coefficient angulaire plus faible que la première, puis nous retrouvons le point de transformation, plus nettement défini que sur le tracé du verre recuit, car l'angle des deux parties rectilignes de courbe qui s'y rencontrent est moins obtus.

Suivant que la trempe est plus ou moins forte, c'est-à-dire suivant que les tensions internes sont plus ou moins élevées, la température Ti est plus ou moins basse.

Les figures 169 et 170 représentent les courbes de dilatation de quelques verres à l'état recuit et à l'état trempé.

Ces anomalies de dilatation ne sont pas uniquement le fait des verres siliceux.

Sur la figure 171 sont tracées les courbes de dilatation de trois verres ne contenant pas de silice ; la première est celle de l'acide borique à l'état vitreux ; la deuxième celle d'un borophosphate d'alumine et de magnésie, la troisième celle d'un borate de zinc

Les températures Ts et Ti ont une importance considérable pour les verriers.

Ce sont elles qui gouvernent la recuisson, opération qui a pour but de faire disparaître

(2) S. English et W. E. S. Turner. *Journ. Soc. Glass. Techn.*, 1919-20-21-23. A. R. Sheen et W. E. S. Turner. *Journ. Soc. Glass. Techn.*, 1924.

par un traitement thermique approprié les tensions développées dans une pièce de verre par son refroidissement brutal de la température où il a pris une rigidité suffisante pour être manipulé.

Elles peuvent être qualifiées de températures supérieure et inférieures de recuisson.

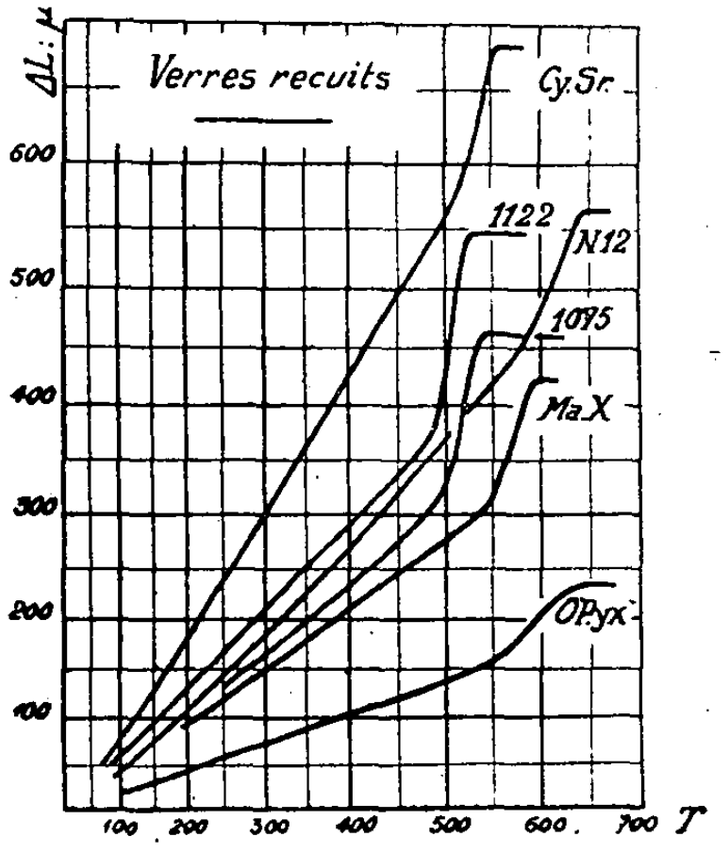


Fig. 169. — Courbes de dilatation de verres recuits.

Le domaine entre ces températures est celui dit des tensions permanentes, car on peut alors donner au verre. encore à l'état plastique, des

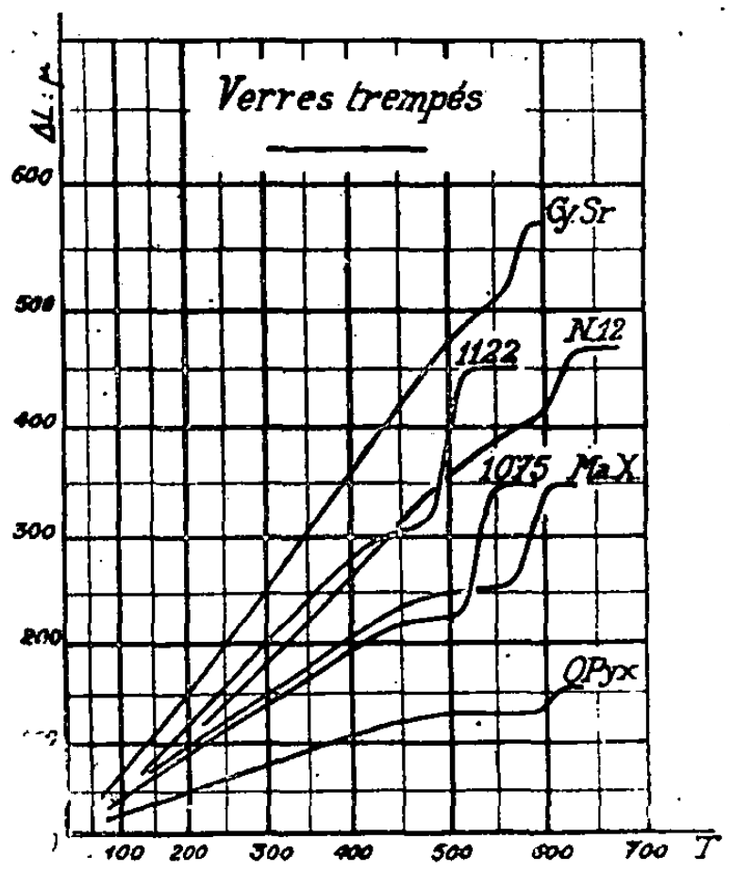


Fig. 170. — Courbes de dilatation des verres trempés.

tensions permanentes par un refroidissement rapide.

La recuisson présente trois phases bien distinctes :

D'abord, une phase très courte de relâchement des tensions à température constante de 5 à 10° inférieure à Ts.

Puis une phase de refroidissement lent jusqu'à une température de 10° environ, inférieure à Ti.

Enfin, une phase de refroidissement rapide pour ramener le verre à la température ambiante.

Le domaine de ce dernier refroidissement est celui dit des tensions passagères ou des déformations élastiques, car si le verre y parvient sans tensions permanentes, il est impossible alors d'en créer de nouvelles par un refroidissement, si brutal soit-il.

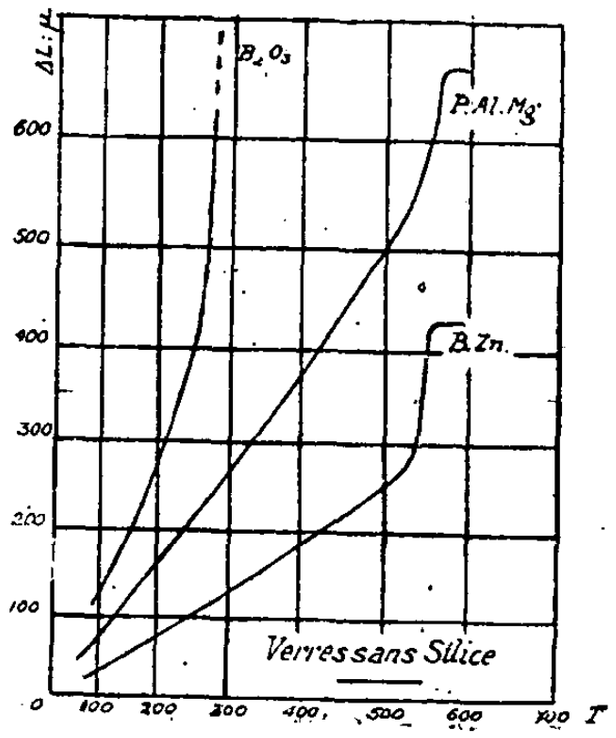


Fig. 171. — Courbes de dilatation de trois verres ne contenant pas de silice.

Viscosité des verres.

C'est la propriété qui domine la plupart des problèmes de fabrication et que le verrier doit étudier aussi complètement que possible.

Qu'il s'agisse de la fusion du verre et de son affinage, du travail du verre à la machine automatique, du soufflage à la bouche, de la recuisson, du travail du verre au chalumeau, la connaissance de la viscosité aux différentes températures est capitale.

La viscosité présente des valeurs qui sont dans le rapport de 1 à 10^{10} quand le verre passe de l'état liquide à des températures de l'ordre de 1.300° à l'état plastique à des températures de l'ordre de 500° C.

Une pareille amplitude de variations ne saurait être explorée par une seule méthode, à l'aide d'un même appareil.

Nous passerons rapidement en revue, pour chacun des trois domaines de viscosité que l'on considère habituellement les méthodes et les apareils employés.

I. — Domaine de l'état plastique ou du relachement des tensions.

On se contente généralement de déterminer la température où la mobilité du verre est suffi-

sante pour que les tensions se relâchent instantanément.

C'est la température Ts à laquelle se produit la brusque variation du coefficient de dilatation.

On peut la déterminer par d'autres méthodes.

1° En observant en lumière polarisée la disparition au chauffage de la biréfringence d'une plaquette de verre trempé placée à l'intérieur d'un four électrique (fig. 172).

2° En déterminant, par l'analyse thermique, comme l'ont fait Tool et Eichlin (1) du Bureau

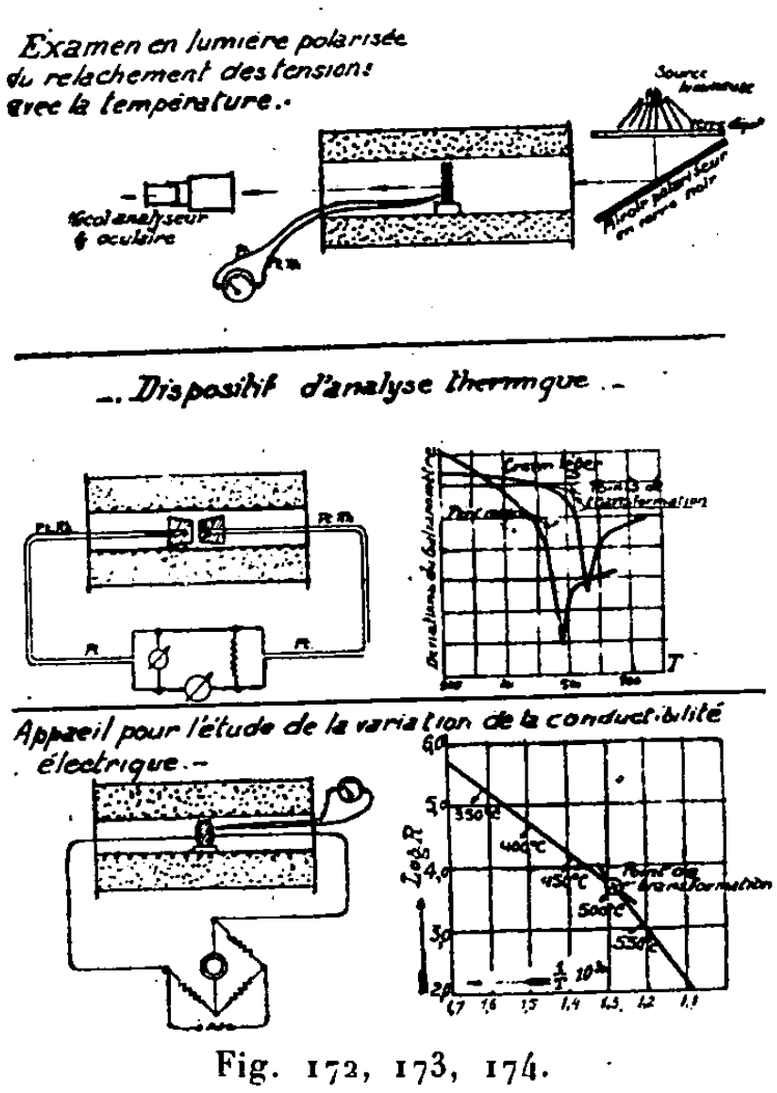


Fig. 172, 173, 174.

of Standards, la température à laquelle le verre est le siège d'une brusque absorption de chaleur (fig. 173).

3° En étudiant la variation de la conductibilité électrique du verre avec la température et en notant, comme l'a fait Schonborn, la température à laquelle la conductibilité croit brusquement (fig. 174).

II. — Domaine de l'état visqueux.

Il s'étend pour les verres industriels ordinaires des environs de 500°C jusqu'aux environs de 1200°C. C'est celui qui intéresse le travail à la machine automatique et au chalumeau.

Jusqu'aux environs de 800°C, la méthode qui se prête aux meilleures mesures est celle indiquée par English (1). Au delà, on utilise la méthode décrite à propos de l'état liquide.

English mesure, à chaque température, la vitesse avec laquelle s'allonge une tige cylindrique, chargée d'un poids connu. Les baguettes ont une longueur d'environ 10 centimètres, un diamètre de quelques milimètres. La charge et l'amplification de l'allongement varient avec la température (fig. 175).

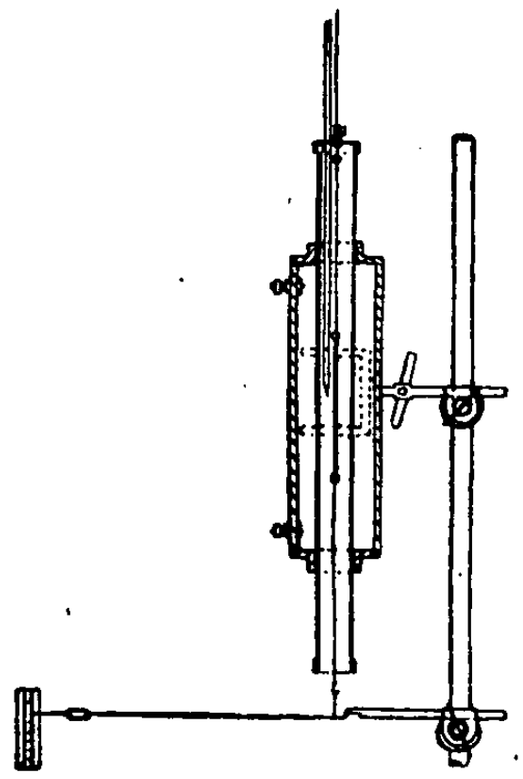
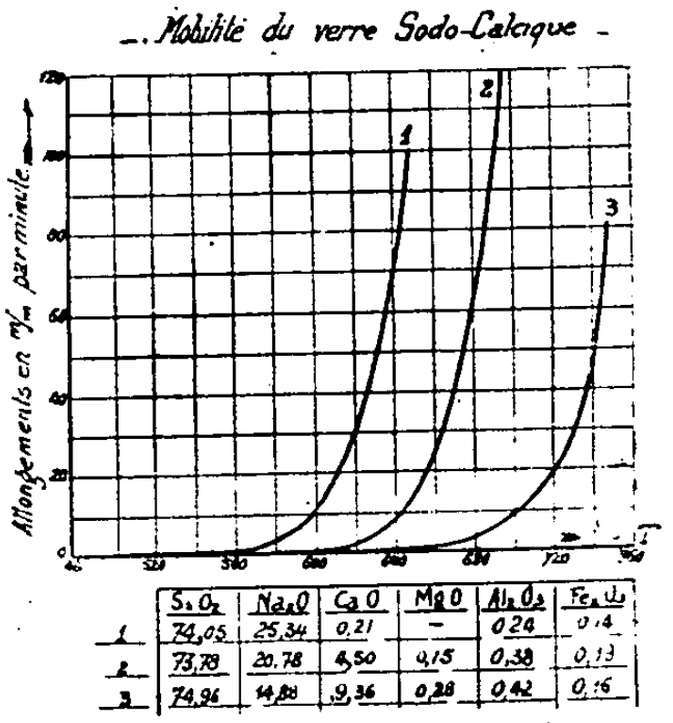


Fig. 175. — Appareil d'English pour la mesure de la mobilité des verres au voisinage de la température de recuit

L'auteur définit la « mobilité » comme la vitesse d'extension en centimètre par seconde d'une tige de un centimètre de longueur, sous l'action d'une dyne par centimètre carré.

Ses résultats montrent que pour réduire de moitié la viscosité d'un verre quelconque, il faut élever la température de 9° environ, lorsqu'on est juste au-dessus de la température supérieure du recuit, d'une douzaine de degrés



	SiO_2	Na_2O	CaO	MgO	Al_2O_3	Fe_2O_3
1	74,05	25,34	0,21	—	0,24	0,14
2	73,78	20,78	4,50	0,15	0,38	0,13
3	74,96	14,88	9,36	0,28	0,42	0,16

Fig. 176.

lorsque le verre est à 150° au-dessus de cette température.

Sur la figure 176 sont tracées les courbes de variations de la mobilité avec la température pour trois verres sodo-calciques.

Littleton (1) des « Corning Glass Works » a

(1) A. Tool et C. Eichlin. *Journ. Opt. Soc. Amer.*, 1920.
(2) A. Schonborn. *Zeitschr. f. Phys.*, 1924.

(1) S. English. *Journ. Soc. Glass. Techn.*, 1923.

utilisé un dispositif analogue à celui d'English, pour définir la température de ramollissement d'un verre.

Il suspend à l'intérieur d'un four électrique un fil de verre de section uniforme dont le diamètre peut être compris entre o mm. 65 et un milimètre.

La vitesse de chauffage étant de 4°C à la minute, il désigne par température de ramollissement celle à laquelle le fil de longueur standard s'allonge sous son propre poids à une vitesse de un milimètre par minute.

Cette température peut être repérée à 2°C près. Avec un peu de soin, on peut atteindre une précision de 1°C.

III. — Domaine de l'état liquide.

La méthode la plus employée est celle indiquée par Washburn, Shelton et Libman (2), dans leur étude sur la viscosité des verres sodo-

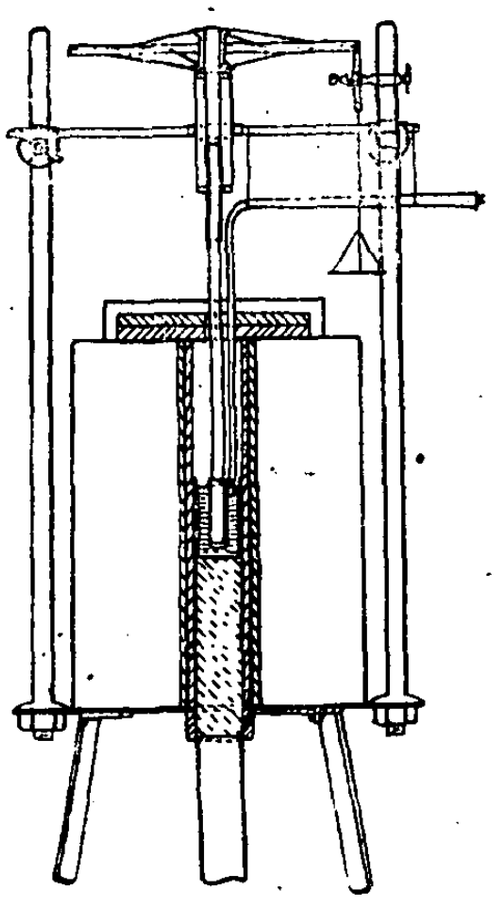


Fig. 177 — Appareil d'English pour la mesure de la viscosité des verres à hautes température.

calciques parue en 1924 dans le Bulletin de l'Université d'Illinois.

Elle consiste à mesurer la vitesse uniforme de rotation d'un cylindre de porcelaine recouvert d'une chemise de platine, soumis à un couple moteur constant et plongeant dans un creuset en porcelaine ou en platine contenant le verre. Si η désigne la viscosité, ω la vitesse angulaire, C le couple, a une constante de l'appareil, $C = a\omega\eta$.

La figure 177 représente le schéma de l'appareil d'English, qui a publié en 1924 les résultats de ses mesures sur plusieurs familles de verres (fig. 178).

Fulcher (1) du Laboratoire de Recherches des « Corning Glass Works » a commenté et rapproché dans le *Journal de la Société de Céramique Américaine*, les résultats des mesures d'English et de Washburn. Il a montré qu'en portant en abscisses la température, et en ordonnées la variation du logarithme de la viscosité quand on substitue la chaux à la soude, à pourcentage égal, dans le silicate de soude contenant 74,5 de silice, on obtient le réseau de courbes de la figure 179).

Chacune de ces courbes présente entre 850° et 1.050° un coude très marqué, à une température appelée température d'agrégation parce

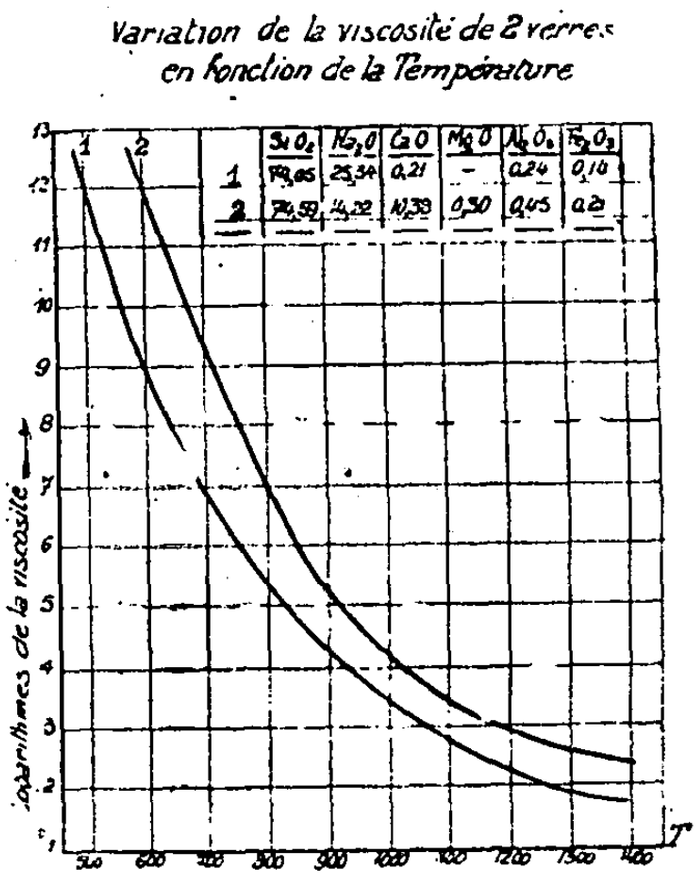


Fig. 178.

qu'elle est liée, d'après l'auteur, à un phénomène d'agrégation moléculaire.

Cette hypothèse paraît être confirmée par les résultats des mesures précises de viscosité de Stott, Turner et Sloman (2). Ces auteurs ont mis en évidence une anomalie de viscosité aux environs de 1.200° C., pour les verres sodo-calciques qu'ils ont étudiés.

La connaissance approfondie de la dilatation, de la viscosité et de leurs anomalies, fruits des recherches scientifiques très actives de ces dernières années, conduit à une modification des anciennes conceptions de l'état vitreux.

Considérés jusqu'à ces dernières années comme des solutions sous-refroidies (1) passant d'une façon continue de l'état amorphe à l'état liquide sans que leurs propriétés subissent de

(1) J. T. Littleton *Journ. Amer. Cer. Soc.*, 1927.
(2) E. W. Washburn, C. B. Shelton, E.-E. Libman. *Bulletin* n° 140 *de l'Université d'Illinois*, 1924.

(1) G. Fulcher. *Journ. Amer. Cer. Soc.*, 1925.
(2) V. H. Stott. D. Turner, H. A. Sloman. *Proc. Roy. Soc.*, 1926.
(1) Tamman. *Aggregatzustände*, Leipzig, 1922.

brusques variations avec l'élévation de la température, les verres se présentent actuellement à nous, sous trois aspects différents : (1)

1° *A l'état liquide*, à haute température. Les différents silicates sont plus ou moins dissociés en ions de mobilités différentes.

Ainsi, dans les verres sodo-calciques nous trouverons à côté des molécules de la forme SiO^2, l'ion monovalent Na, les ions bivalents Ca, SiO^3.

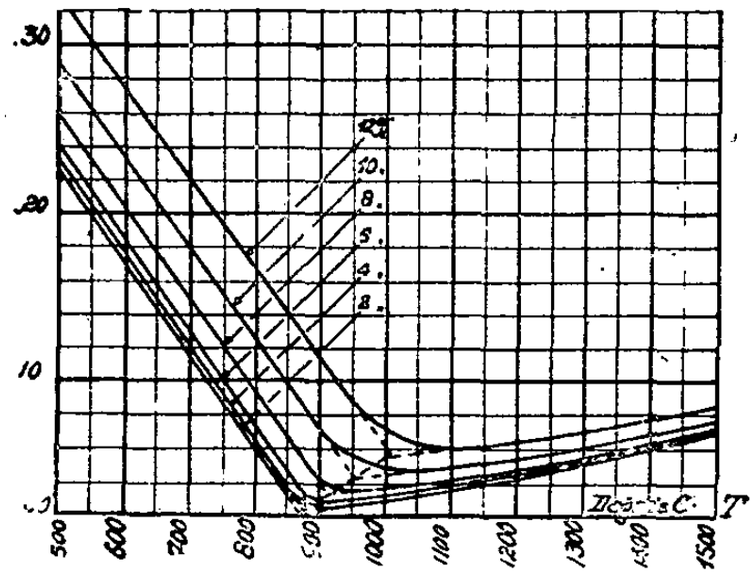


Fig. 179.

2° *A l'état visqueux*, de la température d'agrégation à la température de transformation Ts.

Cet état est caractérisé par la présence d'ions complexes et de molécules polymérisés peu mobiles qui se forment à la température d'agrégation et entre lesquels se déplacent les particules plus simples, telles que les ions sodium.

3° *A l'état fragile*, au-dessous du point de transformation.

Les ions accolés aux molécules complexes relient ces dernières les unes aux autres. L'adsorption des ions par ces molécules a lieu au point de transformation.

Nous terminerons ce court exposé sur les propriétés physiques des verres en signalant que la notion d'état vitreux, d'abord restreinte à certains produits siliceux, puis généralisée avec la fabrication de produits ou l'anhydride borique, l'anhydride phosphorique remplaçant en tout ou en partie la silice, a vu son domaine s'étendre considérablement à la suite de travaux effectués tant en France (1) qu'à l'étranger (2), sur des corps organiques tels que la glycérine, le glucose, les alcools propylique et éthylique qui manifestent à l'état rigide et amorphe des anomalies de dilatation, de chaleurs spécifiques, etc... de même nature que celles des verres proprement dits.

Cet élargissement de nos horizons a déjà puissamment contribué aux progrès des recherches scientifiques sur les verres proprement dits ; il ne faut pas douter qu'il ne permette, dans un avenir très prochain, de bâtir sur des considérations très générales, donc sur des fondements extrêmement solides, une théorie de l'état vitreux.

(1) E. Berger. *Glastechn. Berichte*, 1927-28.

(1) M. Samsoen. Contribution à l'étude de l'état vitreux et de la dilatatio ndes verres (Masson 1927).

(2) Gibson, Parks et Latimer. *Journ. Amer. Chem. Soc.*, 1920. — Gibson et Giauque. *Journ. Amer. Chem. Soc.*, 1923. — Parks. *Journ. Amer. Chem. Soc.*, 1925. — Parks et Huffmann. *Journ. Phys. Chem.*, 1927.

NOTES ET ACTUALITÉS

Spectroscopie

Spectres excités en présence d'hydrogène atomique. — R. W. Wood a découvert que, lorsqu'on réalise une décharge puissante dans un tube contenant de l'hydrogène humide, le gaz se dissocie en passant de l'état moléculaire à l'état atomique. Si, en effet, on analyse au spectrographe la luminosité de la portion moyenne du tube, on ne trouve plus que les raies relatives à l'atome lui-même (série de Balmer). Le succès de la dissociation tiendrait à ces que la paroi de verre est inefficace à catalyser la recombinaison de l'hydrogène.

Dans des conditions favorables, l'hydrogène atomique peut subsister 0,3 seconde environ après sa formation. Aussi parvient-on à le recueillir à une certaine distance de la décharge, en l'aspirant au niveau de la région médiane du tube, artifice qui a permis d'étudier ses propriétés. On sait que Langmuir a tiré parti de sa grande activité chimique dans la construction d'un chalumeau puissant, destiné à la fusion des matières réfractaires.

Lorsque l'hydrogène atomique se trouve mélangé à d'autres gaz, il altère plus ou moins leurs caractères spectroscopiques, cas très intéressant de luminescence chimique qui, d'abord étudié par Bonhoeffer, a été repris par F. L. Mohler.

Dans l'installation de Mohler, l'hydrogène est fourni par un générateur électrolytique, fonctionnant sur un ou deux ampères. La chambre de mélange des gaz est un tube, dans lequel circule l'hydrogène. A l'une des extrémités du tube se trouve, susceptible d'être chauffé électriquement, le métal dont on veut étudier le spectre. L'autre extrémité du tube porte une fenêtre de quartz, laissant observer la radiation. Au moyen de ce dispositif Mohler a observé les modifications spectrales que provoque, chez un certain nombre d'éléments, la présence d'hydrogène atomique.

(1) *Physical Review.*, mars 1927.

Les résultats les plus saillants sont relatifs à la vapeur de mercure. Après Bonhoeffer, Mohler a observé qu'en présence d'hydrogène atomique, il y a affaiblissement très sensible de la raie de résonance du mercure, en même temps qu'excitation intense des bandes d'hydrure de mercure. Le composé se formerait à la faveur de la dissociation de l'hydrogène. Mohler, d'accord avec Bonhoeffer, considère que la combinaison des deux éléments a lieu à la surface du mercure.

Mohler rend compte encore des diverses altérations qu'amène la présence d'hydrogène atomique dans les spectres du sodium, du potassium, du cæsium, du magnésium, du cadmium, du zinc et du thallium. Il ne s'agit plus alors que de modification dans l'aspect des raies, sans indice sensible d'hydrure. Mohler présume alors les hydrures de ces derniers éléments, trop instables pour que leur énergie de formation puisse donner lieu à des spectres d'excitation atomique. S. V.

T. S. F.

Enregistreur automatique d'intensité de signaux radioélectriques. — Devant la complexité des phénomènes de propagation des ondes radioélectriques, il importe d'accumuler le plus possible de résultats de mesures afin d'essayer de dégager les lois générales. L'oreille est un instrument très imparfait; aussi les expérimentateurs ont songé depuis longtemps déjà à l'enregistrement automatique. Ainsi le principe d'un appareil utilisé en Amérique est le suivant : l'onde porteuse, après amplification convenable et détection par un cristal stable, agit sur un galvanomètre à miroir; le rayon réfléchi vient frapper un papier photographique monté sur un cylindre tournant. Cet instrument très précis nécessite l'emploi d'une chambre noire et demande un délai assez long pour l'examen du résultat. Dans d'autres méthodes, il faut la présence constante d'un opérateur.

La méthode ci-après imaginée par M. Saltmarsch s'affranchit de ces inconvénients. Elle utilise les propriétés des cellules photo-électriques. L'onde porteuse après amplification et détection comme dans le procédé ci-dessus agit sur un galvanomètre à miroir. Le rayon réfléchi vient frapper une plaquette de verre colorée; la teinte varie bien graduellement d'un bord à l'autre. Quand le galvanomètre est à son maximum de déviation, le rayon frappe la partie claire; dans le cas contraire, elle frappe la partie presque opaque. La source d'éclairement du miroir étant maintenue constante, on place derrière le verre coloré une lentille convergente dont le foyer est occupé par une cellule photo-électrique. On voit ainsi que le courant que laisse passer la cellule varie proportionnellement à l'intensité du signal. Il suffit donc d'amplifier ce courant et de le faire agir sur une plume se déplaçant sur un cylindre tournant. Il faut naturellement prendre des précautions pour que n'agisse sur la cellule que la lumière réfléchie par le galvanomètre. P. ABADIE.

Chimie

La découverte récente de nouveaux éléments chimiques. — On sait que la classification de Mendelejeff, où les éléments sont rangés dans l'ordre des masses atomiques croissantes, présentait, jusqu'à ces derniers temps, un certain nombre de cases vides, les éléments correspondant à ces cases n'ayant pas encore été découverts.

Des recherches récentes ont été entreprises de divers côtés en vue d'isoler ces éléments. Nous allons les résumer brièvement, d'après une étude de M. Bligh (*Scientia*, avril 1928).

Elément de numéro atomique 72. Des considérations théoriques résultant d'analogies tirées du schéma atomique de Bohr ont montré que cet élément ne pouvait pas être un métal de terre rare, le celtium, comme on l'avait supposé à l'origine, mais qu'il devait être un homologue plus élevé du zirconium et du titane, existant probablement dans les minéraux de ces métaux, tandis que, du côté chimique, cette conclusion était appuyée par le fait que les valeurs discordantes du poids atomique du titane indiquaient la présence de traces minimes d'un homologue encore inconnu. Cette manière de voir a été bientôt brillamment et complètement confirmée par la découverte du hafnium, en 1923, par Coste et Hevesy, dans les minéraux du zirconium. On a trouvé les raies bien définies du nouvel élément dans son spectre de rayons X; la quantité du métal présent était très appréciable et se séparait facilement des terres rares, conformément aux prévisions théoriques.

Eléments de numéros atomiques 43, 75, 85 et 87. Les deux premiers sont des homologues du manganèse. On les a donc recherchés dans les minéraux manganeux et l'on pouvait s'attendre à ce qu'ils n'y soient présents qu'en quantités extrêmement faibles. La découverte des deux éléments a d'abord été annoncée par 3 chimistes allemands Noddack, Tacke et Berg, à la suite de recherches très soignées sur des minerais de platine et sur la colombite. On doit une mention particulière aux travaux de Druce et Loring en Angleterre, de Dolejsek et Heyrovosky à Prague. Les deux savants anglais ont recherché les éléments possibles de numéro atonique supérieur à 92 par l'examen des impuretés dans les produits manganeux purs et commerciaux, et leurs photographies de spectres de rayons X démontrent amplement et confirment la présence de l'élément 75. La méthode employée consistait à déplacer chimiquement les métaux lourds constituant les impuretés et à soumettre le produit purifié à l'analyse par rayons X. Les raies obtenues, fournies par un calcul antérieur ont nettement indiqué l'élément 75 (dwi-manganèse); de plus, il y avait des raies moins nettes ou moins bien définies indiquant le 87 (éka-césium), le métal alcalin manquant, et le 85 (éka-iode), l'halogène manquant; on a aussi obtenu une indication très faible, mais peu concluante, sur la présence de l'élément 93. Le fait que le nouvel élément a même été décelt dans le sulfate de manganèse « pur » et que jusqu'alors il avait échappé à l'observation dans un produit si commun, indique l'extrême sensibilité de la méthode d'analyse par rayons X qui a été employée et le haut degré de perfection auquel est parvenue la technique dans la mesure et l'interprétation des raies spectrales.

Elément de numéro atomique 61. C'est un métal appartenant au groupe des terres rares. Il a été décelé par Harris, Yutema et Hopkins, en Amérique, à la suite d'un grand nombre de cristallisations fractionnées successives du bromate double de magnésium au lieu du procédé usuel par le nitrate double de magnésium. La présence de l'élément a été confirmée par sa bande spectrale d'absorption qui aurait été masquée si la séparation préliminaire n'avait été efficace, d'où l'importance qu'il y a à choisir un sel double dont la solubilité diffère d'une façon appréciable de celle du sel correspondant des membres associés du groupe. Une autre confirmation a été fournie par les fréquences des raies obtenues par le spectre de rayons X du produit. Depuis que ce travail a été publié, on a annoncé que deux savants italiens auraient été engagés depuis 1922 sur le problème de déceler et d'isoler l'élément 61 dans les minéraux de terres rares, en employant les cristallisations fractionnées comme moyen de séparation. Le nom d'illinium a été proposé par les savants américains.

Actuellement, il reste toujours à découvrir les éléments 85 et 87 ainsi qu'un élément de numéro atomique supérieur à 92. A. Bc.

APPLICATION DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIES

Physique appliquée

Application des rayons X à l'étude des matières fibreuses. — M. Maurice de Broglie a exposé récemment les renseignements que l'examen par les rayons X permet d'obtenir sur les substances de nature fibreuse (*Bulletin de la Société d'Encouragement à l'Industrie nationale*, janvier 1928).

On sait qu'un faisceau de rayons X traversant un gros cristal donne un grand nombre de faisceaux diffractés dont on peut trouver les positions géométriques en les considérant comme réfléchis sur les plans réticulaires du cristal; une plaque photographique normale au faisceau montre alors un diagramme de points qui réflète la symétrie du système. Si, au lieu d'un cristal unique, on a affaire à un grand nombre de petits cristaux présentant toutes les orientations, le diagramme présente une série de cercles ou halos, centrés sur le faisceau.

Mais la matière cristallisée peut offrir une structure intermédiaire entre ces deux cas. Si elle se présente sous la forme d'un agrégat de cristaux microscopiques possédant certaines orientations privilégiées, le diagramme des rayons X correspondant se composera de cercles, sur la circonférence desquels l'intensité ne sera plus uniforme; il pourra même se réduire à des portions de cercle plus ou moins accusées. On peut ainsi mettre en évidence des alignements de microcristaux accusant la strucure fibreuse des milieux auxquels ils appartiennent. Cette méthode a été appliquée à l'étude des matières végétales et animales : cellulose et ses dérivés, muscles étirés, caoutchouc, écorces et tissus divers.

Depuis les travaux de Nageli on savait déjà que la cellulose présentait une biréfringence notable, indiquant une structure probablement cristalline. L'importance industrielle de cette substance lui a fait consacrer de nombreux travaux. L'analyse par les rayons X a permis d'établir que les fibres de la cellulose, ainsi du reste que la cellulose précipitée, sont composées de files de petits cristaux régulièrement disposés. Dans les fibres des écorces, ces cristallites sont orientés de manière qu'un de leurs axes soit parallèle à la direction de la fibre ou fasse un angle constant avec cette direction; dans le coton, ils sont enroulés en spirale par rapport à cet axe.

On est amené à se faire de la fibre de cellulose la représentation suivante : à l'extérieur, une couche amorphe, plus ou moins épaisse et, à l'intérieur, des cristaux allongés, orientés suivant la direction de la fibre, la cellulose amorphe jouant à la fois le rôle d'enveloppe et de liant par rapport aux cristaux.

La même méthode a permis de suivre les diverses transformations de la cellulose et notamment le gonflement qu'elle subit par l'action d'une lessive de soude concentrée. Les diagrammes de rayons X indiquent qu'il y a d'abord simple introduction de liquide sous changement cristallin; puis, à un certain moment, le diagramme varie brusquement, ce qui traduit l'entrée en combinaison de la soude avec le noyau de celullose.

Le nitrate et l'acétate de cellulose présentent une structure cristalline lorsqu'ils ont été préparés dans des conditions où la structure fibreuse n'est pas détruite. Lorsque, au contraire, ils proviennent de collodions, c'est-à-dire ont passé par l'état dissous, leurs caractères cristallins sont très faibles.

Les soies artificielles donnent, en général, le diagramme d'un corps cristallin orienté et, là encore, les différences très nettes dans les diagrammes traduisent des degrés différents dans la structure et l'orientation des petits cristaux internes, suivant le mode de préparation de la substance.

La technique scientifique et industrielle, conclut M. Maurice de Broglie, s'est enrichie d'une nouvelle méthode d'analyse qui a déjà fourni des résultats de premier ordre et commence seulement à affirmer sa puissance.

A. Bc.

Génie maritime

Les dimensions des navires modernes. — L'application de la *loi du rendement plus que poportionnel*, corrélative à la concentration du matériel de l'industrie, se présente sous un aspect particulièrement suggestif en matière de construction navale.

On sait que, pour deux navires réalisant la même vitesse, la puissance motrice ne varie, en gros, de l'un à l'autre qu'en raison de la puissance des deux tiers du déplacement. S'il faut, par exemple, 2.000 HP pour imprimer à un cargo de 5.000 tonnes la vitesse de 12 nœuds, la même allure sera atteinte, pour un navire de déplacement double, avec 3200 CV seulement. Si, de même, un paquebot de 10.000 tonnes peut réaliser 18 nœuds, 5 avec 15.000 CV, un navire similaire, de déplacement et de puissance exactement doubles, atteindrait environ 20 nœuds, 5.

Ainsi donc, l'accroissement du déplacement est la condition fondamentale de tout progrès économique, que l'on se propose d'améliorer soit la vitesse, soit l'utilisation commerciale ou, aussi bien, la puissance militaire d'une unité de combat.

Vers 1880, c'est-à-dire à l'époque où le type du navire moderne s'est trouvé à peu près fixé dans ses traits essentiels (coques en acier, chaudières tubulaires à plus de 8 kilos, machines à triple expansion, propulseurs hélicoïdaux), le déplacement des plus grands paquebots ne dépassait pas 10.000 tonnes et, pour la moyenne des navires de long cours, se maintenait entre 2 et 5.000 t.

Les grands cargos récents déplacent couramment de 10 à 15.000 t., pour atteindre aisément l'ordre de 20.000, surtout dans la navigation transatlantique, où le trafic est incomparablement plus intense. Les paquebots mixtes, c'est-à-dire les navires à vitesse moyenne, pour lesquels le poids de la cargaison en marchandises n'est pas minime par rapport au poids total, déplacent le plus ordinairement de 10 à 20.000 t. et même 30.000 t. sur les lignes importantes. Enfin, dans les services transatlantiques, qu'il s'agisse de paquebots mixtes ou de bateaux de luxe à grande vitesse, les forts tonnages s'élèvent à des chiffres de 40 et 50.000 t., le terme extrême se plaçant aux environs de 70.000.

Les statistiques usuelles se bornent à faire état du tonnage, et encore non pas en tonnes métriques de *déplacement*, mais en tonneaux de *jauge brute*, de 100 pieds cubes anglais. Une indication beaucoup plus suggestive des réalités est fournie par la considération des dimensions des coques, par leur longueur notamment. Il convient de noter, à ce propos, qu'à un déplacement donné ne correspondent pas des dimensions constantes pour n'importe quel type de navire. Tout dépend de l'affinement des formes, du rapport de la longueur à la largeur, qui peuvent varier sensiblement. Ainsi, pour un même déplacement de 10.000 tonnes, un cargo mesurera environ 120 m. sur 17; un paquebot mixte 120 à 140 m. sur 15 à 17. Nos croiseurs type *Duquesne*, de même tonnage, mesurent 191 m. sur 19.

marquant la limite de l'allongement compatible avec une résistance mécanique suffisante.

On peut donc se représenter l'encombrement d'un grand cargo de 10 à 20.000 t. comme variant de 120 m. sur 17 à 145 m. sur 20, pour atteindre 180 m. sur 26 aux environs de 30.000 t. Un paquebot mixte, de 20 à 30.000 t. mesurera de 160 m. sur 19 à 200 m. sur 23. Quant aux transatlantiques rapides, ils atteignent couramment de 230 m. sur 26 à 250 m. sur 28; le *Majestic* détenant sensiblement le record avec une longueur de 279 mètres.

Le tirant d'eau, dimension beaucoup moins variable, ne dépasse guère l'ordre de 9 à 10 mètres.

Notre flotte commerciale, si injustement décriée parfois dans les milieux mal initiés, occupe, à ce point de vue, un rang fort honorable, non seulement en ce qui concerne ses lignes transatlantiques (*Paris*, 234 m.; *Ile-de-France*, 241 m.) ou d'Extrême-Orient (paquebots de 165 m. et grands cargos de 145 m. des *Messageries Maritimes*); mais aussi pour l'ensemble des services qu'assure notre pavillon.

La connaissance précise de l'ordre des dimensions des navires contemporains permet de mieux comprendre l'importance et la qualité de la tâche qui incombe à l'industrie des constructions navales et, ici encore, il convient de remarquer que les chantiers français ont été, pour ainsi dire de tout temps, spécialisés dans la production des unités de guerre ou de luxe, c'est-à-dire précisément de celles qui atteignent les proportions les plus imposantes ou, du moins, impliquent le concours de toutes les ressources de la science et de la technique. Amélioration constante de la qualité des aciers, perfectionnement des procédés de rivetage, réalisation d'assemblages toujours plus résistants pour les très longues charpentes : c'est en réalité toute l'évolution de la métallurgie que laisse apparaître, en un raccourci saisissant, l'histoire des constructions navales.

On est tenté de se demander, en présence de la concentration si accusée du matériel flottant mondial, si l'armement ne risque pas de se voir bloqué, à plus ou moins bref délai, dans le développement de ses opérations, du fait de l'exiguité des bassins et ouvrages des ports, à moins d'accepter la perspective de travaux considérables, interdits peut-être à la plupart des budgets nationaux.

L'examen des faits permet d'écarter, pour longtemps encore une pareille inquiétude. Certes, des difficultés ont pu surgir, et surgissent encore sur certains points, notamment en ce qui concerne la navigation transatlantique; mais il faut songer que les dimensions atteintes pour les unités de ces lignes demeurent un cas particulier, aux exigences duquel les entreprises intéressées se trouvent aujourd'hui parfaitement en mesure de satisfaire, et cela d'autant plus que la mémorable lutte de vitesse, caractéristique des dix premières années du siècle, marque, déjà depuis la période d'avant-guerre, un temps d'arrêt et que rien n'en saurait faire présager la reprise.

Aussi bien, pour tout l'ensemble de la navigation, l'accroissement des tonnages ne se présente-t-il nullement sous la forme d'une progression constante et continue. Le rythme accéléré qui s'est manifesté de 1895 à 1910 a abouti dans bien des cas, à déséquilibrer la proportion qui doit exister entre les capacités de charge et l'importance effective du trafic. Les plus gros déplacements, pour les navires lancés ou construits en 1927 demeurent dans l'ordre de 30.000 t.; seul le paquebot allemand *Cap-Arcona* déplace un peu plus de 38.000 t.

Ces considérations n'atténuent évidemment en rien l'urgence de la question de l'agrandissement des ouvrages des ports. L'Association des grands ports français envisage la nécessité d'une annuité de 120 millions pendant dix ans, pour faire face au minimum indispensable. Les ressources du plan Dawes pourraient fort utilement contribuer à cette fin.

Je rappellerai, en terminant, que le port du Havre dispose d'une forme de radoub de 312 m. de longueur sur 38 de largeur; le bassin de Liverpool ne dépasse cet ouvrage que de 8 mètres. Les bassins de Toulon, qui représentent l'une des réalisations les plus remarquables de l'actualité, atteignent la proportion de 442 m. sur 50. Ces indications et beaucoup d'autres que je ne puis souligner ici, montrent que notre marine ne se trouve grevée d'aucune hypothèque fâcheuse, susceptible de compromettre la validité de son effort vers l'avenir. LOUIS BASSO.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 14 mai 1928.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *R. Raclis.* — **Théorèmes d'existence pour l'équation intégrale de Fredholm de première espèce, dont le noyau possède des lignes de discontinuité.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *A. Froda* (prés. par M. E. Borel). — **Sur une classification nouvelle des discontinuités d'une fonction uniforme de variables réelles.**

THÉORIE DES NOMBRES. — *W.-A. Tartakowsky* (prés. par M. Hadamard). — **Expression pour le nombre des représentations d'un nombre pour une forme quadratique positive à plus de trois variables.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *B. Gambier.* — **Sur faces réglées algébriques; singularités et classification.** — *A.-Th. Masloff* (transm. par M. Goursat). — **Sur la déformation des surfaces avec conservation d'un système conjugué conique.**

TOPOLOGIE. — *P. Alexandroff* (prés. par M. Hadamard). — **Sur l'homéomorphie des ensembles fermés.**

ÉLASTICITÉ A DEUX DIMENSIONS. — *A. Mesnager.* — **Pièce rectangulaire, subissant des pressions normales sur ses bases.**

GÉODÉSIE. — *P. Helbronner.* — **Sur l'altimétrie de la Corse.**

Dans cette nouvelle Note, l'auteur explique comment il a établi les bases de l'altimétrie de la Corse, lors de ses derniers travaux. Des tableaux indiquent : 1° un ensemble de valeurs établissant une altitude moyenne dans la zone voisine du littoral et dans la région centrale à grande distance du départ des bases données par le niveau de la mer; 2° un tableau comparatif de quelques-unes des valeurs résultant des opérations et des valeurs obtenues par les officiers du Dépôt de la Guerre dans leur triangulation de 1863 ayant servi aux feuilles de la Carte d'Etat-major.

RELATIVITÉ. — *Corps* (prés. par M. Ch. Lallemand). — **Sur les expériences de M. Esclangon et leur application à l'étude des mouvements de l'Ether à proximité des masses matérielles.**

L'auteur montre, dans cette Note, la supériorité des expériences de M. Esclangon sur celle, si célèbre, de Michelson et Morley.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *E. Mathias.* — **Sur une curieuse photographie d'éclair obtenue dans la région du Lac des Quatre-Cantons.**

Cette photographie comprend cinq taches lumineuses : les deux plus grosses sont sensiblement dans une verti-

cale; une beaucoup plus petite est presque tangente à la plus élevée et à droite de celle-ci; les deux autres taches, de grandeur moyenne, sont un peu plus à droite sur un arc de grand cercle peu différent d'un vertical et, par rapport à l'horizon; l'une au-dessus, l'autre au-dessous des deux taches presque tangentes. Les deux taches moyennes et la petite tache sont semblables et semblablement placées. L'auteur propose une explication du phénomène.

OPTIQUE. — *C. Gaudefroy* (prés. par M. Wallerant). — **Observations sur les franges obtenues en lumière convergente.**

Les franges d'interférences en lumière convergente ayant des formes définies par l'intersection de la surface d'égal retard avec un plan parallèle à la lame étudiée, la jonction des deux franges de même ordre se produit lorsque le plan, de sécant, devient tangent à cette surface. Si le plan parallèle aux axes optiques a la propriété singulière d'être tangent à la surface d'égal retard le long d'une hyperbole, comme l'a démontré M. Raveau, les deux franges de même ordre ne doivent pas se joindre en un point, comme dans le lemniscate, mais se confondre en tous leurs points, comme dans l'observation décrite par l'auteur.

SPECTROSCOPIE. — *J. Gilles* (prés. par M. Cotton). — **Sur la structure du spectre du second ordre du soufre.**

Les valeurs des deux multiplets *anp.* ^4S et *and.* ^4P ont été déduites des combinaisons formant les multiplets de raies indiqués dans les tableaux annexés à la présente Note.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Mondain-Monval* et *P. Schneider* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Indice de réfraction et masse spécifique du soufre liquide et du soufre visqueux.**

Les auteurs ont déterminé précédemment (*C. R.* 186, 1928, p. 751), l'indice de réfraction du soufre liquide en fonction de la température. Dès lors, connaissant l'indice n et la densité d du soufre liquide, ils déduisent, aux températures comprises entre 130° et 160° la réfraction spécifique R au moyen de la formule de Lorentz et Lorenz

$$R = \frac{n^2+1}{n^2+2}\frac{1}{d}$$

Avant comme après la transformation du soufre liquide en soufre visqueux (160°) cette quantité n'éprouve avec la température que de faibles variations. Mais à 160° la courbe représentative de ces variations éprouve un changement d'allure très notable. Elle met nettement en évidence la transformation interne subie par le soufre à cette température.

— *J. Trinidic* (prés. par M. Béhal). — **Sur l'adsorption de l'iode dans quelques mélanges de dissolvants organiques, par le charbon.**

La fixation, par le charbon, de l'iode au sein des mélanges binaires de dissolvants organiques est régie par l'expression de Freundlich.

Connaissant les valeurs des adsorptions de l'iode dans deux des liquides organiques purs envisagés, pour trouver l'adsorption dans l'un quelconque des mélanges de ces dissolvants, il suffira, sur la droite qui joint ces deux valeurs, de prendre l'ordonnée du point représentant, sur l'axe des abscisses, le mélange considéré.

CHIMIE ORGANIQUE. — *R. Locquin* et *V. Cherchez* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur l'amino-malonate d'éthyle.**

L'éther amino-malonique a été préparé en réduisant l'isonitrosomalonate d'éthyle par l'amalgame d'aluminium. Le rendement a été de 65 p. 100, avec le procédé décrit par l'amateur et qui est différent de celui indiqué par Piloty et Neresheimer. L'amino-malonate d'éthyle est une huile incolore à odeur basique facilement soluble dans l'eau ou dans les solvants organiques. Il s'altère à l'air en se carbonatant et donne facilement plusieurs dérivés.

HYDROLOGIE. — *A. Pereira Forjaz* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Spectrochimie des eaux minérales portugaises; l'eau du Gerez.**

Cette étude a porté sur l'eau de Gerez (Bica) dont la source est située au Nord du Portugal, dans un périmètre hydrologique des terrains anciens de formation granitique porphyroïde. L'auteur a pu caractériser quatre éléments (en plus de ceux qu'avaient décelé les analyses chimiques antérieures) : le germanium, le cæsium, l'argent et le plomb, particulièrement par les raies 3269,7; 4555,4; 3280,8; 3639,7 et 3683,6.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *Pierre Termier* et *Eugène Maury.* — **Nouvelles observations géologiques dans la Corse orientale: les unités tectoniques.**

Le nombre des *unités tectoniques* distinctes qu'offre aujourd'hui la Corse est d'au moins cinq : 1° la Corse granitique ou profonde, que l'on peut encore appeler Corse *hercynienne* ou *autochtone;* 2° une couverture sédimentaire discordante sur le fond hercynien, débris d'Altaïde; 3° une nappe de Schistes Lustrés; 4° une nappe dont aucun terme n'est métamorphique et qui est formée de radiolarites, de calcaires mésozoïques, de *roches vertes*, enfin d'un complexe analogue aux *argiles scagliose* de l'Apennin; 5° une nappe plus haute que toutes les précédentes et présentant un faciès *austro-alpin inférieur* (*unterostalpin*) qui rappelle le Falknis et la Saluverserie des Grisons.

— *Charles Jacob* (prés. par M. Pierre Termier) — **Sur le métamorphisme des calcaires et sur la structure du versant nord-pyrénéen.**

Dans les Pyrénées centrales, il paraît difficile à l'auteur d'attribuer un caractère géosynclinal au métamorphisme d'une série qui, elle-même, n'offre pas du tout ce caractère. Pour le métamorphisme des terrains secondaires, il affecte particulièrement des bandes prises entre les massifs. Il n'a véritablement une certaine généralité que pour l'une d'entre elles, celle des calcaires marmoréens, connue depuis longtemps dans la géologie pyrénéenne.

— *Marcel Roubault* (prés. par M Pierre Termier). — **Sur la tectonique des environs d'Arbas (Haute Garonne).**

Le Crétacé supérieur, largement développé aux environs d'Arbas et de Fougaron, est un témoin respecté de la couverture déposée à l'époque correspondante. Il se présente en synclinal, mais en synclinal complexe avec nombreuses cassures et laminages, surtout sur le bord Sud, témoignant ainsi des poussées vers le Nord : les relations avec les terrains voisins sont surtout nettement visibles au Sud-Ouest du Sommet du Bosc-Capsat où le Crétacé, qui franchit la crête sans redescendre au fond du ravin de la Ille, se termine complètement étiré aux environs de Brous.

ZOOLOGIE. — *Ch. Gravier* et *J.-L. Dantan.* — **Sur quelques résultats obtenus au cours de pêches nocturnes (à la lumière) dans la baie d'Alger.**

Au cours de ces pêches, les auteurs ont recueilli 71 espèces de Polychètes, dont il faut défalquer des larves de *Pœcilochætus*, un jeune *Nephthys* indéterminable spécifiquement et un tout jeune serpulien (probablement *Serpula vermicularis L.*). Il reste 68 espèces d'individus parvenus à la maturité sexuelle et allant évacuer leurs cel-

lules reproductrices à la surface de la mer. Ces Vers annelés se répartissent en 13 familles distinctes.

Les Néréidiens ont fourni également un fort contingent d'espèces et surtout d'individus, principalement des mâles, en général.

Parmi les autres familles, les mieux représentées dans les récoltes sont celles des Phyllodociens et des Euniciens.

BOTANIQUE. — *Roger-Guy Werner* (prés. par M. P.-A. Dangeard). — **Etude de la famille des Gyrophoracées.**

Les Gyrophoracées sont des Lichens foliacés caractérisant les régions alpines. L'auteur expose, dans cette Note, un certain nombre d'observations relatives aux organes de reproduction de deux représentants de ce groupe, l'*Umbilicaria pustulata* et le *Gyrophora cylindrica*.

— *A. Sartory, R. Sartory* et *J. Meyer* (prés. par M. Molliard). — **Contribution l'étude des caractères morphologiques etbiologiquesà de *Mucor spinosus* Van Tieghem (*Zygorhynchus spinosus*) cultivé sur des milieux se rapprochant de l'habitat où il a été isolé.**

La croissance du *Mucor spinosus* est considérablement augmentée par l'addition dans le milieu de culture d'une petite quantité d'extrait de matières fécales. En anaérobie, la croissance de l'organisme est beaucoup plus importante qu'en aérobie.

L'anaérobiose fait apparaître des diastases hydrolysantes en ce qui concerne le maltose et l'amidon ainsi que la transformation de la cellulose en amidon; elle exalte les propriétés hydrolysantes vis-à-vis du saccharose.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Pierre Dangeard* (prés. par M. P.-A. Dangeard). — **Sur les conditions du degagement de l'iode libre chez les Laminaires.**

Les Laminaires émettent au dehors par toute leur surface de l'iode libre et cette propriété est le fait de la plante vivante, normale, dans son milieu naturel. L'auteur donne dans cette Note le résultat des expériences qu'il a faites sur le *Laminaria flexicaulis*. Après la récolte des Laminaires, l'intensité de l'iodovolatilisation va en diminuant progressivement; on peut, toutefois, au moyen d'un papier amidonné, mettre en évidence les sorties d'iode durant plusieurs jours, en évitant la dessiccation trop rapide des échantillons.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Gard* (prés. par M. H. Lecomte). — **Pourridié du Noyer cultivé (*Juglans regia* L.) et carbonate de chaux.**

L'extension du pourridié du Noyer depuis une vingtaine d'années a comme cause principale une décalcification progressive des sols, par suite de l'emploi intensif des engrais chimiques. Il existe de nombreuses régions où la culture du Noyer peut se développer sans aucune crainte de la maladie : ce sont celles où les sols renferment plus de 25 pour 100 de calcaire.

HISTOLOGIE. — *Georges Nichita* (prés. par M. Ch. Gravier). — **Atrésie folliculaire chez *Girardinus Guppyi*.**

Dans une étude entreprise sur l'ovogenèse de ce Cyprinodontidé vivipare, l'auteur a observé un phénomène de dégénérescence ovocytaire remarquable par son intensité et les troubles morphologiques profonds dont il est la cause. Les faits anormaux se manifestent dans l'ovaire, la cavité viscérale et quelques organes de ces poissons.

On se trouve, d'après l'auteur, en présence d'une nouvelle adaptation fonctionnelle et accidentelle des tissus et des organes qui se manifeste par une collaboration avec l'ovaire pour résorber les follicules dégénérés.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE — *J.-J. Rouzaud* et *L.-C. Soula* (prés. par M. Widal). — **De l'influence du pincement des veines sushépatiques sur la glycémie et la cholestérinémie.**

La glycémie subit, du fait du pincement, une élévation progressive, doublée au bout d'une heure. Il est vraisemblable que cette hyperglycémie est due, en totalité ou en partie, à la suppression du débit insulinien qu'entraîne le pincement sushépatique.

La cholestérinémie subit un abaissement immédiat, mais transitoire, qui ne semble pas durer plus d'une demi-heure. Cette hypocholestérinémie peut être provoquée par la suppression brusque du sang veineux splénique dans la circulation générale.

HISTOCHIMIE. — *A. Policard* (prés. par M. F. Mesnil). — **Sur la teneur en calcium des diverses régions du cartilage d'ossification des os longs.**

L'étude des cendres de la zone d'ossification des os longs montre que les mutations calcaires à ce niveau, commencent par une décalcification progressive de la substance fondamentale au niveau des cellules du cartilage hypertrophique. Cette déminéralisation se déroule dans une région privée de vaisseaux. Elle progresse peu à peu dans la substance fondamentale environnante. Les travées intercorpusculaires, tout d'abord, ne se modifient pas en ce qui concerne leur teneur en cendres. Mais dès que les corpuscules cartilagineux ont été ouverts et dès que le tissu conjonctif a pénétré dans leur intérieur, ces travées sont le siège d'une hyperminéralisation à peu près contemporaine du dépôt des premières lamelles osseuses. La déminéralisation de la substance fondamentale coïncide avec les phénomènes d'hyperactivité des éléments cartilagineux.

PROTISTOLOGIE. — *Edouard Chatton* et *André Lwoff* (prés. par M. F. Mesnil). — **Sur la structure, l'évolution et les affinités des Opalinopsides (Ciliés, des Cephalopodes.**

Les *Opalinopsidæ* présentent avec les *Fœttingeriidæ* les affinités les plus étroites. Mais, tandis que les premiers sont essentiellement des Ciliés phorétiques qui ne passent au parasitisme que d'une manière très graduée et encore incomplète, les seconds sont des parasites invétérés devenus astomes à tous les stades. Cette astomie, qui affecte même les éléments de dissémination extérieure, est, entre les deux familles, un caractère distinctif suffisant pour justifier leur autonomie. Mais, pour bien affirmer leurs relations phylogénétiques, les auteurs proposent de les réunir en un sous-ordre, les *Apostomea*, dont le nom exprime la régression graduelle de la bouche allant jusqu'à sa disparition.

CHIMIE PATHOLOGIQUE. — *Labbé, Floride Nepveux* et *Hiernaux* (prés. par M. Widal). — **Influence de l'insuline sur le trouble du métabolisme azoté dans le diabète grave.**

Le traitement par l'insuline fait disparaître le trouble du métabolisme azoté. L'examen du sang le met très nettement en lumière. L'insuline relève le rapport azotémique, tantôt complètement (de 26 à 48 pour 100 dans un cas), tantôt incomplètement (de 15,8 à 36 pour 100 dans un autre cas); parfois même le rapport n'est pas amélioré. L'hyperamino-acidémie disparaît en même temps que le rapport azotémique se relève.

Le rapport azotémique est moins rapidement influencé que ne l'est le taux des corps acétoniques, ou celui de la réserve alcaline du plasma sanguin. Il faut un traitement plus prolongé pour rétablir le métabolisme azoté normal que pour faire cesser l'acidose.

P. GUÉRIN.

Séance du 21 mai 1928.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Calugaréano.* — **Sur une classe d'équations du second ordre, intégrables à l'aide des fonctions polygènes.**

— *V. Bernstein* (prés. par M. Hadamard). — **Sur quelques relations entre la croissance d'une fonction halomorphe dans un demi-plan et sa croissance en une suite de points isolés.**

— *M. Biernacki* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les droites de Julia des fonctions entières.**

— *J. Delsarte* (prés. par M. Goursat). — **Sur un groupe de rotations fonctionnelles à un paramètre et sur certaines équations intégro-différentielles qui y sont attachées.**

— *Mlle N. Bary* (prés. par M. E. Borel). — **Sur la structure analytique d'une fonction continue arbitraire.**

— *D. Pompeiu* (prés. par M. E. Borel). — **Sur les séries numériques divergentes.**

— *Mandelbrojt* (prés. par M. E. Borel). — **Sur la composition des familles normales.**

THÉORIE DES NOMBRES. — *W. A. Tartakowsky* (prés. par M. Hadamard). — **La détermination de la totalité des nombres représentables par une forme quadratique positive à plus de quatre variables.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Emile Borel.* — **Le calcul des probabilités et l'arithmétique.**

GÉOMÉTRIE. — *P. Vincensini.* — **Sur certaines congruences de normales.**

ÉLASTICITÉ. — *L. Roy.* — **Sur les équations des petits mouvements des surfaces élastiques.**

— *J. Haag* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur le calcul de certaines déformations élastiques, avec application à l'inertie des spiraux.**

HYDRODYNAMIQUE. — *B. Meisel.* — **Sur le mouvement relatif d'un liquide remplissant un vase tournant.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *M. Hanny.* — **Sur un comparateur propre à la mesure les spectres filiformes destinés à la détermination des vitesses radiales des étoiles.**

Le nouveau comparateur que l'auteur a signalé antérieurement (*C. R.*, 184, 1927, p. 981), donne des possibilités nouvelles, dans le problème de la détermination précise des vitesses radiales, sujet qui intéresse en particulier la recherche de la parallaxe solaire par la voie spectroscopique, avec une dispersion élevée.

ASTRONOMIE. — *A. Lambert* (prés. par M. Deslandres). — **La précision des mesures et son contrôle dans l'opération des longitudes mondiales.**

L'auteur étudie les erreurs provenant des observations et celles d'origine radiotélégraphique. Il conclut que les différences de longitude adoptées pour les stations fondamentales prises deux à deux ne semblent pas comporter d'erreur systématique d'origine astronomique dépassant 0^s02 et d'origine radiotélégraphique dépassant 0^s11.

— *A. Danjon* (prés. par M. A. Cotton). — **Observations polarimétriques de la comète Pons-Vinnecke (1927 *C*).**

Le 20 juin 1927, les mesures visuelles ont porté sur la lumière du noyau et de son enveloppe gazeuse : elles ont donné respectivement une proportion de lumière polarisée de 0,10 et 0,12.

Le 21 juin, les opérations photographiques ont porté sur l'ensemble de la Comète, noyau et chevelure : elles ont donné une proportion du lumière polarisée de 0,11. La lumière du noyau donne sensiblement la même proportion de lumière que la chevelure, ce qui rend probable que la majeure partie de la lumière du noyau provient des gaz qui l'entourent comme M. Baldet l'avait constaté.

PHYSIQUE COSMIQUE. — *H. Mémery.* — **Basses températures du mois de mai 1928 et diminution de l'activité solaire.**

L'abaissement de température que l'on constate en ce moment dans l'ouest de l'Europe coïncide avec une diminution importante des taches à la surface du Soleil. Les taches, nombreuses dans la première quinzaine de mai, ont diminué considérablement à partir du 13 mai; la température a suivi un mouvement parallèle et s'est abaissée très sensiblement à partir du 15 mai; le même phénomène s'était produit, dans des conditions identiques, du 15 au 23 avril dernier.

ÉLECTRICITÉ. — *L. Saint-Antoine* (prés. par M. G. Ferrié). **Sur la constante diélectrique du benzile.**

Le benzile en solution dans le benzène possède, comme l'a montré M. de Mallemann, des propriétés optiques remarquables. Pour expliquer ces phénomènes, il est nécessaire de connaître sa constante diélectrique et l'auteur a cherché à la mesurer. Ses mesures ont porté sur deux solutions de benzyle dans le benzène à 10 gr. 6 p. 100 cm^3 et 20 gr. pour 100 cm^3 et sur le benzile fondu. Les mesures trouvées sont indiquées dans un tableau. La précision des mesures pour les constantes diélectriques des solutions est environ 3 p. 100; pour celles relatives au benzile fondu, environ 4 p. 100. La constante du benzile fondu varie beaucoup avec la température : sa très grande constante diélectrique pourra permettre une explication de ses propriétés électro-optiques exceptionnelles.

OPTIQUE. — *Rabinovitch* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur les lames de mica quart d'onde.**

Chaumont a décrit en 1915 une méthode très sensible pour déterminer pour quelle radiation une lame de mica est exactement quart d'onde.

Pour avoir la sensibilité indiquée par Chaumont, c'est-à-dire pour déterminer à $1^m\mu$ près la radiation pour laquelle la lame à étudier est quart d'onde, l'auteur démontre que les orientations des deux lames cristallines doivent être faites avec grande précision et qu'il ne doit y avoir ni une erreur ε sur l'orientation du compensateur ni une erreur β sur celle de la lame à étudier.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Riou* et *P. A. Bérard* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur les vitesses d'absorption du gaz sulfureux par les solutions alcalines.**

Les auteurs ont déterminé la vitesse d'absorption du gaz sulfureux par la chaux en solution; les chiffres obtenus montrent que la vitesse décroît à mesure que la température augmente.

La chaux solide en suspension dans l'eau saturée de chaux a une influence marquée sur la vitesse d'absorption : à partir du point où la chaux solide apparaît dans la solution, la vitesse augmente proportionnellement à la concentration en chaux solide.

CHIMIE ORGANIQUE. — *J. Savard* (transm. par M. V. Grignard). — **Sur les courbes d'absorption ultraviolette de la pulégone et de l'isopulégone.**

MM. Grignard et Savard ont démontré précédemment (*C. R.*, 181, 1925, p. 589, et 182, 1926, p. 422). que la pulégone, extraite de l'essence de menthe pouliot, contenait 15 à 18 p. 100 d'isopulégone. Ils avaient pu séparer les deux isomères et les premiers résultats se trouvent de nouveau confirmés par l'étude, faite par M. J. Savard, des courbes d'absorption ultraviolette des diverses pulégones. Ces courbes ont l'allure générale correspondant aux fonctions cétonique et éthylénique. Elles présentent deux bandes : la moins accusée correspond au groupement CO et l'autre à la double liaison.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *Pierre Termier* et *Eugène Maury*. — **Nouvelles observations géologiques dans la Corse orientale: essai de synthèse tectonique.**

La Corse orientale est incontestablement un *pays de nappes*, et les nappes qui la constituent sont incontestablement des *nappes alpines*. Par rapport à la Corse hercynienne, ou Corse profonde, dont la partie visible forme la région centrale et la région occidentale de l'île, le mouvement d'ensemble de ces nappes a été dirigé de l'Est à l'Ouest. Mais l'une d'elles, la plus puissante, la nappe des Schistes Lustrés a subi, dans toute la contrée comprise entre la côte nord et les environs de Venaco, un retour en arrière qui a ramené sur elle des éléments arrachés au pays autochtone.

Il est désormais certain que c'est par l'est du massif corso-sarde que les Alpes se prolongent dans la Méditerranée occidentale. Elles contournent la Sardaigne par le Sud, s'en vont passer un peu au sud des Baléares, et on les retrouve, *avec leurs nappes pennines*, dans la Sierra Nevada.

PHYSIOLOGIE. — *Mme Lucie Randoin* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Influence comparée des lipides et des glucides du régime sur l'évolution de l'avitaminose *B*.**

En l'absence des vitamines B, les glucides et les lipides ne sont pas équivalents. L'ingestion d'un régime à base de glucose détermine, chez des Rats, d'une manière très rapide, les accidents de polynévrite et la mort (22e-53e jours). La substitution, dans la ration, d'un lipide à la totalité du glucose, permet à l'organisme de lutter longtemps contre l'avitaminose B (53-134 jours) ou, plutôt, rend beaucoup moins accentué le déséquilibre causé par l'absence de vitamines B.

Le régime sans glucides n'exige que la dixième partie de la quantité nécessaire pour rendre complet et équilibré le régime avec glucides.

— *E. Nicolas* et *J. Lebduska* (prés. par M. E. Leclainche). — **Étude biochimique de la sulfourée.**

La sulfourée retarde ou empêche, suivant la concentration, la coagulation du sang; à partir de 3 pour 100, le sang reste liquide. Elle est très peu toxique. L'ingestion d'une forte dose n'exerce aucune influence nocive sur l'organisme. Qu'elle soit introduite dans le duodénum ou injectée dans les veines, la thiourée est modérément diurétique. L'action sur le foie se traduit, après l'injection duodénale par un accroissement très léger du débit biliaire, que l'injection intraveineuse ne modifie pas.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Bordier* (prés. par M. d'Arsonval). — **Les effets de moire sont dus à la production sur la rétine de cercles de diffusion.**

L'existence des bandes de moire n'est que le résultat de la formation sur la rétine de cercles de diffusion qui produisent une sensation de flou au niveau du sommet des angles, tandis que dans les parties voisines du réseau la sensation visuelle est nette et claire.

Si l'acuité d'un œil était assez grande pour ne pas être influencée par les cercles de diffusion, les effets de moire n'existeraient pas pour cet œil.

CHIMIE PATHOLOGIQUE. — *Marcel Labbé, Floride Nepveux, Hiernaux* (transm. par M. Widal). — **Influence de l'insuline sur le trouble du métabolisme des lipides dans le diabète grave.**

L'insuline a pour action de rétablir le métabolisme des graisses. Dans tous les cas observés, les corps acétoniques du sang sont tombés rapidement à zéro. La cholestérine s'abaisse en général et la léçithine suit en général le même sort. La réserve alcaline remonte dans tous les cas à la normale.

Ainsi donc, le métabolisme des lipides est fortement et rapidement influencé par l'insuline; l'hormone pancréatique paraît agir directement sur les lipides, et plus rapidement que sur les protides et que sur les hydrocarbonés même.

GÉNÉTIQUE. — *L. Mercier* (prés. par M. F. Mesnil). — **Trois cas de cataracte congénitale obtenus expérimentalement dans une même lignée de Souris.**

A la suite d'une injection intrapéritonéale de goudron de houille repris par l'huile d'olive à des Souris albinos, l'auteur a constaté l'apparition, à la troisième génération d'une même lignée, d'accidents oculaires et en particulier de cas de cataracte congénitale. Ces malformations se sont présentées uniquement chez des mâles et ceux-ci se sont montrés inféconds. Le cristallin étant un organe épithélial, on peut se demander s'il n'y a pas plus qu'une simple coïncidence entre l'apparition de la cataracte et le développement d'un adéno-carcinome chez deux Souris nées d'une même portée.

HYGIÈNE. — *F. Heim de Balsac, E. Agasse-Lafont* et *A. Feil* (transm, par M. Widal). — **La pneumokoniose des piqueurs de grès.**

Au cours des occupations variées que nécessite l'exploitation d'une carrière de pavés pour le pavage des rues, on constate que seuls les carriers et les piqueurs de grès sont menacés de pneumokoniose, en raison de l'inhalation des poussières grèseuses.

Chez la plupart des ouvriers, l'état général est bon. Aussi n'a-t-on pas à s'étonner de voir que les manifestations broncho-pulmonaires chroniques ne sont qu'exceptionnellement dues à une tuberculose, décelable par l'examen bactériologique.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *C. Kling* et *A. Höjer* (prés. par M. Roux). — **Recherches sur le mode de propagation de la fièvre aphteuse.**

Le singe (*Cercocebus fuliginosus*), quoique ne montrant pas de symptômes manifestes après l'infection par le virus de la fièvre aphteuse, peut héberger le germe sur ses muqueuses (nez, bouche, pharynx, intestin) et l'éliminer sous une forme virulente, après un laps de temps assez long (49 jours).

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *G. Ramon, R. Martin* et *A. Vaillé* (prés. par M. Roux). — **Contribution à l'étude de l'immunité vis-à-vis du streptocoque dit scarlatineux.**

Le phénomène de floculation permet de déceler dans les filtrats de streptocoque scarlatineux la présence d'une substance capable d'entrer en réaction, *in vitro*, avec un anticorps dirigé spécialement contre elle et que l'on trouve en grande abondance dans le sérum des chevaux qui ont reçu sous la peau soit les filtrats, soit les cultures de ce streptocoque. La réaction de floculation, convenablement mise en œuvre, fournit donc le moyen d'apprécier facilement, à peu de frais et avec une précision suffisante, la valeur de l'antigène et de l'anticorps du streptocoque dit scarlatineux.

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — MM. Ch. Fabry et Jules Baillaud ont été adjoints à la délégation française à la troisième Assemblée générale de l'Union astronomique inter-

nationale qui se tiendra à Leyde du 5 au 13 juillet 1928.

— Le Bureau de l'Académie et M. Barrois sont délégués à la cérémonie d'inauguration, qui aura lieu le samedi 7 juillet à Cassel, du monument élevé au Maréchal Foch.

— MM. Painlevé et Ch. Lallemand ont été désignés de nouveau pour faire partie du Conseil supérieur de statistique.

Comité consultatif des Arts et Manufactures. — M. Férier est nommé membre titulaire du Comité.

Société helvétique des Sciences naturelles. — La 109e session annuelle de la Société helvétique se tiendra à Lausanne du 30 août au 2 septembre 1928 sous la présidence du Dr J.Amann.

La Session comprendra dix-sept sections : 1, Agronomie; 2, Anthropologie et Ethnologie; 3, Biologie médicale; 4, Botanique générale; 5, Botanique spéciale et Géographie botanique; 6, Chimie; 7, Géographie et Cartographie; 8, Géologie; 9, Géophysique, Météorologie, Astronomie; 10, Histoire de la médecine et des Sciences naturelles; 11, Mathématiques; 12, Minéralogie et Pétrographie; 13, Paléontologie; 14, Pharmacie et Pharmocognosie; 15, Physique; 16, Sciences de l'ingénieur; 17, Zoologie et Entomologie.

Les savants suisses et étrangers sont invités à prendre part à cette Session.

Pour tous renseignements s'adresser au Dr J. Amann, président, 2, avenue Rambert, Lausanne.

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — Les examens de licence s'espaceront du 15 juin au 20 juillet avec les certificats supérieurs suivants :

	Candidats.	Jury, MM.:
Mathématiques générales	375	R. Garnier, Le Roy, Cahen, Michel.
Mécanique rationnelle	130	Chazy, Denjoy, Cahen.
Mécanique analytique	3	Drach, Cartan, Chazy.
Mécanique céleste	6	Andoyer, Cartan, Chazy.
Calcul différentiel et intégral	85	Goursat, Julia, Denjoy, Cahen.
Analyse supérieure	7	E Picard, Goursat, Cartan.
Mécanique physique	80	Kœnigs, Denjoy, Villey.
S. P. C. N.	105	Perrier, Péchard, Deveims, Dufour, Guillermond.
M. P. C.	5	Péchard, Dufour, Chazy.
Physique générale	245	Fabry, Cotton, Guillet, Darmois.
Electrotechnique	42	Janet, Guillet, Darmois.
Optique appliquée	6	Fabry, Dunoyer, Darmois.
Physique du globe	6	Maurain, Lutaud, Labrouste.
Technique aéronautique	13	Kœnigs, Marchis, Toussaint.
Chimie générale	250	Urbain, Blaise, Job, Guichard, Mme Ramart, Marquis.
Chimie appliquée	100	Urbain, Pascal, Mailhe.
Chimie physique	6	Mme Curie, Perrin, Urbain, Debierne.
Chimie biologique	80	G. Bertrand, Javillier, Freundler.
Minéralogie	76	Wallerand, Pascal, Mauguin.
Géologie	50	Jacob, Michel-Lévy, Joléaud.
Géologie appliquée	8	Léon Bertrand, Michel-Lévy, Joleaud.
Géographie physique	15	Lutaud, Bourcart, Labrouste.
Physiologie	73	Molliard, Lapicque, Portier.
Biologie générale	9	Caullery, Rabaud, Picard.
Zoologie	25	Perez, Wintrebert, Hérouard.
Botanique	80	Dangeard Molliard, Combes.

Soit 1.830 candidats.

Une organisation nouvelle du certificat M.P.C. semble nécessaire avec des cours mieux adaptés pour les candidats aux divers certificats supérieurs. Le nouveau professeur du cours de Mathématiques générales, notre savant collaborateur M. René Garnier, qui ne fait le cours que depuis mars, semble devoir renouveler le brillant et clair enseignement du créateur, M. Appell, qui avait pour but d'initier les étudiants physiciens ou chimistes aux éléments des mathématiques.

Le concours d'entrée à l'Institut de Chimie aura lieu le 22 octobre, 1, rue Pierre Curie. La scolarité est de trois ans (2.000 fr.). Le nouveau directeur, M. le Professeur G. Urbain, se propose, d'accord avec le Comité de perfectionnement, d'apporter quelques modifications dans l'organisation du laboratoire. On sait que l'Institut, fondé il y a 30 ans par Friedel, a déjà fourni de nombreux chimistes à l'industrie.

— *Faculté des Sciences.* — Les thèses suivantes ont été soutenues à la Sorbonne, pour le doctorat ès-sciences :

11 mai. — M. Biermacki : « *Sur les équations algébriques contenant des paramètres arbitraires.* »

8 juin. — M. Kirrmann : « *Recherches sur les aldéhydes et quelques-uns de leurs dérivés.* »

M. Prévost : « *Sur quelques dérivés érythréniques* ».

13 juin. — M. Gailliot : « *Recherches sur l'huile de cade.* »

14 juin. — M. Kahn : « *Recherches de physiologie générale sur les variations des équilibres des constituants cellulaires.* »

Mlle Hibbart : « *Contribution à l'étude de l'ovogénèse, de la fécondation et de l'histogénèse chez Discoglonus pictus.* »

15 juin. — Mme Gübler : « *La nappe de l'Ubaye au sud de la vallée de Barcelonnette.* »

19 juin. — Mme Alexa : « *Contribution à l'étude du bacille paratuberculeux de la fléole, propriétés pathogènes allergisantes et antigènes.* »

20 juin. — M. Motte : « *Contribution à l'étude cytologique des muscinées.* »

21 juin. — M. Danjon : « *Recherches de photométrie astronomique.* »

25 juin. — Mlle Nathan-Larrier : « *Relations entre l'imbibition et la chronaxie du muscle strié.*

— Le Recteur est autorisé à accepter la donation faite

à la Faculté des Sciences par M. Hugo Haug, des droits d'auteur lui appartenant, comme héritier de M. Emile-Gustave Haug, en son vivant professeur à ladite Faculté, et auteur du *Traité de Géologie*.

Les sommes provenant de ladite donation seront affectées à la « Fondation Emile-Haug », pour être employées, selon les besoins, à des travaux ou publications se rapportant à la géologie de la Provence et des Alpes occidentales, ou à la paléontologie, en ce qui concerne les Ammonoïdes.

Celles de ces sommes qui ne seraient pas annuellement utilisées seront, suivant délibération du Comité spécial prévu dans l'acte de donation, soit provisoirement conservées en compte courant, soit placées en rentes sur l'Etat français inscrites au nom de l'Université de Paris, avec indication de leur destination.

— *Ecole Normale supérieure.* — Le Directeur est autorisé à accepter la donation de 1.000 fr. de rente française faite à cet établissement par M. et Mme Ignace, pour la fondation d'un prix annuel, qui prendra le nom de « Prix Roger Ignace ».

— *Comité d'Etudes et de Recherches scientifiques.* — Il est ouvert un concours ayant pour objet de récompenser les inventeurs ayant réalisé ou conçu un système pratique pour la mesure du rendement des turbines hydrauliques.

Ces mesures de rendement devront pouvoir être effectuées à chaque instant sans interrompre ni gêner le fonctionnement des usines, et autant que possible en utilisant le personnel normalement affecté à leur exploitation. Les appareils et installations fixes ou mobiles nécessaires aux mesures devront être aussi simples et aussi peu onéreux que possible, et ne nuire ni au fonctionnement, ni à l'entretien des organes et machines de l'usine.

Les mémoires devront faire ressortir entre quelles limites (hauteur de chute, débit, puissance, etc...), les systèmes proposés peuvent être employés, le prix approximatif de l'installation, et la précision à attendre des mesures. Ils contiendront le texte des instructions à donner au personnel chargé des mesures.

Ils seront signés lisiblement et accompagnés de tous dessins, croquis, photographies, courbes, graphiques et notes de calcul utiles à leur intelligence complète.

Ils devront être envoyés avant le 15 octobre 1928 à M. le Ministre des Travaux publics (Direction des Forces hydrauliques et des Distributions d'Energie électrique).

Une somme de 50.000 francs est consacrée à récompenser les concurrents. Cette somme pourra être attribuée à l'un d'entre eux ou répartis entre plusieurs, ou n'être employée qu'en partie ou même rester inemployée, selon les appréciations qui seront formulées par le jury. Le jury sera désigné par M. le Ministre des Travaux publics sur la proposition du Comité d'Etudes et de Recherches scientifiques pour l'aménagement des forces hydrauliques.

Institut de Recherches agronomiques. — Les concours suivants réservés au personnel titulaire et auxiliaire de l'Institut des Recherches agronomiques auront lieu à Paris, *42 bis*, rue de Bourgogne, aux dates ci-après désignées:

1° Un directeur titulaire de station d'amélioration des plantes de grande culture, le 16 juillet 1928, à quatorze heures;

2° Un chef de travaux titulaire à la station centrale de zoologie agricole de Versailles, le 16 juillet 1928, à neuf heures du matin;

3° Un chef de travaux titulaire à la station d'essais de semences de Paris, le 15 octobre 1928, à neuf heures du matin;

4° Trois préparateurs titulaires de stations de pathologie végétale, le 16 juillet 1928, à dix heures trente du matin.

Les candidats aux postes de directeur de station d'amélioration des plantes de grande culture, de chefs de travaux de zoologie agricole et de préparateurs de pathologie végétale devront adresser leur demande au Ministre de l'Agriculture (Institut des Recherches agronomiques), *42 bis*, rue de Bourgogne, Paris (7e), avant le 30 juin 1928. Les candidats au poste de chef de travaux de station d'essais de semences devront faire parvenir leur demande, le 30 septembre 1928, au plus tard, à l'adresse ci-dessus indiquée.

Les candidats devront produire les pièces suivantes :

1° Demande sur papier timbré;

2° Mémoire sur les antécédents, mentionnant notamment les titres, publications et travaux poursuivis, les écoles fréquentées, les stages accomplis, accompagné des publications imprimées en double exemplaire, et tous autres renseignements propres à faire apprécier leurs mérites.

Les candidats auxiliaires devront, en outre, fournir les pièces suivantes :

1° Acte de naissance;

2° Pièce établissant qu'ils ont satisfait à la loi militaire;

3° Copie certifiée conforme des diplômes qu'ils possèdent;

4° Extrait du casier judiciaire.

Ecole de plein exercice de médecine et de pharmacie de Rennes. — Un concours s'ouvrira le 12 décembre 1928 devant la Faculté de Médecine de Paris, pour l'emploi de Professeur suppléant des chaires de Clinique médicale et de Pathologie interne à l'Ecole de plein exercice de Médecine et de Pharmacie de Rennes.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture dudit concours.

Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie d'Amiens. — Un concours s'ouvrira le mercredi 18 décembre 1928, devant la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de Lille, pour l'emploi de Professeur suppléant de la chaire de Pharmacie et Matière médicale à l'Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie d'Amiens.

Un concours s'ouvrira le vendredi 20 décembre 1928 devant la même Faculté pour l'emploi de professeur suppléant des chaires de physique et de chimie de l'Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie d'Amiens.

Un concours s'ouvrira le lundi 8 octobre, au siège de l'Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie d'Amiens, pour l'emploi de chef des travaux de Chimie à ladite Ecole.

Le registre des inscriptions en vue de ces différents concours sera clos un mois avant leur ouverture respective.

Ecole vétérinaire de Lyon. — M. Tagand, Chef de travaux agrégé, a été nommé, après concours, Professeur d'anatomie.

Ecole vétérinaire de Toulouse. — L'Ecole créée par ordonnance royale du mois de juillet 1825 et ouverte à l'enseignement trois ans plus tard, vient de célébrer le centenaire de ses cours sous la présidence du Dr Leclainche, membre de l'Institut, Inspecteur général des Ecoles vétérinaires.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Précis de physique d'après les théories modernes, par A. Boutaric. 2e édition. In-8° de 918 pages avec 736 figures. G. Doin, éditeur, Paris, 1928. — Prix : 36 francs.

Le Précis de physique de M. Boutaric est un exposé très simple, fait du point de vue expérimental, et sans aucun appareil mathématique de l'ensemble de la physique. Rejetant les conceptions suranées, l'auteur a étudié les faits à la lumière des théories modernes sur la structure de la matière et l'existence des électrons. Le succès rapide de la première édition l'a amené à revoir soigneusement son texte. Il a simplifié ou corrigé l'exposé d'un certain nombre de parties, modifié le plan de quelques chapitres, vérifié les données numériques en tenant compte des meilleures déterminations. Il a complété les chapitres sur les ondes hertziennes, la décharge dans les gaz raréfiés, les substances radioactives et la structure de l'atome, en tenant compte des conquêtes les plus récentes de la science. Il a donné quelques indications sur la portée et le sens du principe de Carnot sur les liens entre la vitesse de la lumière et les théories relativistes, sur les théories de la lumière ,et enfin sur les quanta et le magnéton, qui introduisent, dans l'étude de l'énergie et du magnétisme, la notion de discontinuité que les considérations des atomes et des électrons avaient déjà imposée dans l'étude de la matière et dans celle de l'électricité.

A. B.

La Science des Roches. — Etude théorique et pratique par F. Rinne, Professeur à l'Université de Leipzig, 3e édition française traduite d'après la 8e-9e édition allemande, annotée et augmentée, par Léon Bertrand, Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris et à l'Ecole centrale des Arts et Manufactures, avec des additions en partie extraites de la 2e édition de l'*Etude pratique des Roches*, par Léon Pervinquière. In-8° de xx-616 pages avec 559 figures. Lamarre, éditeur, Paris. — Prix : 115 fr., cartonné 115 francs.

Le Professeur Rinne a écrit cet ouvrage non seulement pour les étudiants, mais aussi pour les praticiens. Il y expose le mode de formation et les transformations des roches, leurs modes de gisements et leur constitution chimique, les méthodes et les résultats des recherches minéralogiques.

La dernière édition allemande, sur laquelle a été traduite la 3e édition française, d'importantes additions ont été faites, notamment en ce qui concerne les phénomènes physico-chimiques ou dynamiques qui ont pris part à la naissance des roches et ceux qui se produisent au cours de leur évolution.

La 2e édition française publiée par Pervinquière était une adaptation plutôt qu'une traduction du texte allemand, telle que nous la donne M. L. Bertrand qui a fait en outre certaines additions concernant, par exemple, les gisements français de roches et, aussi les théories admises en France. Ces additions sont précédées d'une astérisque. Il a, également, apporté certaines modifications à la 2e édition, en ce qui concerne notamment le plan suivi pour la classification et pour l'exposé des principaux types de roches éruptives : M. Bertrand a repris la classification adoptée par M. Rinne.

Les cinq premiers chapitres de l'ouvrage sont consacrés à la constitution générale de la Terre, à la division des roches et aux généralités sur leur faciès géologique, à leurs dislocations, à leur disjonction et leur divisibilité.

Dans les méthodes d'études des roches, l'auteur expose l'étude microscopique des corps transparents et celle des corps opaques.

Les chapitres VII et VIII sont consacrés aux éléments des roches et à leurs principales propriétés au point de vue technique.

Dans les trois derniers chapitres, qui composent les deux tiers du livre, sont étudiés les roches éruptives et les roches sédimentaires, puis les schistes cristallins.

L'excellent ouvrage dont nous devons la traduction au Professeur Léon Bertrand, est appelé à rendre les plus grands services. Son succès, du reste, est affirmé par ses nombreuses éditions.

L'éditeur mérite également des éloges pour le soin qu'il a apporté à ce travail, dont la publication est tout à l'honneur de l'édition française. L. F.

Les passions humaines, par André Joussain, agrégé de philosophie, docteur ès-lettres. — In-12 de 282 pages de la *Bibliothèque de philosophie scientifique*. Ernest Flammarion, éditeur, Paris. Prix : 12 francs.

Délimiter exactement le domaine des passions, fixer en traits précis les lois générales qui commandent leur naissance, leur évolution et leur mort, étudier leurs rapports avec la raison, la personnalité et la vie morale, enfin les analyser une par une en déterminant leurs caractères spécifiques, leurs conditions, leurs effets, leurs variétés et leurs relations mutuelles : telles sont les tâches que s'était assignées M. Joussain et qu'il a réalisées avec une conscience, un souci de la perfection qui sont au-dessus de tout éloge. Aussi son ouvrage est-il à placer à côté des traités classiques de Descartes, de Spinosa, de Ribot, qu'il complète et corrige fort heureusement. Il se garde en particulier de considérer les passions comme des faits pathologiques, mais montre au contraire leurs racines profondes dans la vie normale et leurs liens essentiels avec la moralité : bien plus, il fait entrer la volonté dans leur constitution même : vérité profonde, féconde en applications pratiques, et trop souvent méconnue. Dénué de tout esprit de système, admirablement informé des sciences et des littératures, riche de la propre expérience personnelle de l'auteur, voilà un bel exemple de cette « psychologie concrète » préconisée par M. Joussain et qui nous repose de tant de travaux d'école aussi lourds que vides, parce que dépourvus de ces qualités premières : l'humanité et la sincérité. R. T.

Le Gérant : M. Hédan.

Imprimerie P. et A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 13 — 66e ANNÉE — 14 JUILLET 1928

L'AUTOXYDATION

par José **RODRIGUEZ-MOURELO**

Professeur de Chimie à l'Ecole Industrielle de Madrid
Membre de l'Académie Royale des Sciences

Une des plus intéressantes questions soumises aux délibérations du deuxième Conseil de Chimie de l'Institut International de Chimie Solvay, tenu à Bruxelles du 16 au 24 avril 1925, a été, sans doute, l'autoxydation ou oxydation par l'oxygène libre. Le sujet avait été traité par le Professeur Charles Moureu et son collaborateur Charles Dufraisse dans un mémoire d'ensemble sur la théorie du phénomène portant ce titre : « *Considérations sur l'Autoxydation et les phénomènes catalytiques qui s'y rattachent* ». La doctrine en fut amplement discutée par MM. Job, Perrin, Rideal, Armstrong, Jaeger, Swarts, Staudinger, Barger, Briner, Gibson, Lowry, Chavanne, Berthoud, Boeseken. A ces observations répondit très heureusement M. Moureu. On comprend l'importance et la transcendance de l'autoxydation des corps organiques quand les recherches faites touchant cette question, dans ces dernières années, et les considérations qui sont la conséquence des phénomènes étudiés et qui ont apporté bien des données à la connaissance de ceux-ci, excitent la curiosité de savants si renommés, surtout en ce qui concerne l'explication des faits observés.

Le rapport de MM. Moureu et Dufraisse constitue l'exposé des principes d'une doctrine fondée sur de nombreuses expériences et observations, qui, par leur importance et leurs conséquences, demandaient une interprétation rationnelle et l'obligation de bien établir les lois d'un phénomène d'une telle généralité. On voit ici, comme partout dans la science, s'accumuler d'abord des faits, et en grand nombre. En employant une bonne et rigoureuse méthode déterminée, on peut les contrôler, ensuite chercher leurs analogies, et on sait l'importance fondamentale de l'analogie dans la chimie, et établir la loi empirique qui les unit, pour s'élever plus tard aux doctrines générales. L'autoxydation est aujourd'hui une des questions les plus importantes de la chimie générale, et elle mérite qu'on la traite dans son ensemble et qu'on expose ses traits les plus caractéristiques.

Il s'agit, surtout, cela va sans dire, de l'autoxydation des matières organiques constituant des espèces, ou, mieux encore, des actions directes de l'oxygène sur les fonctions chimiques organiques, depuis les plus simples jusqu'aux plus compliquées. En réalité, il y a lieu de considérer, étant donné une matière autoxydable : 1° le catalyseur qui entrave l'oxydation, qui la ralentit ; ces sortes de corps ont été dénommés par MM. Moureu et Dufraisse *antioxygènes* (catalyse négative) ; 2° le catalyseur qui favorise, accélère, au contraire, l'oxydation : ce sont les corps *prooxygènes* (catalyse positive).

Les travaux commencés il y a quelques années

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

dans le laboratoire de M. Moureu, au Collège de France, et qui ont pris, à présent, un développement si considérable, sont un nouveau chapitre de la chimie de l'oxydation des corps organiques et, en même temps, un autre chapitre de la Chimie catalytique, vu sous un autre aspect tout à fait particulier. A un autre point de vue plus élevé et général, les nouvelles considérations et les doctrines que les recherches actuelles sur l'autoxydation ont enfantées sont comprises parmi celles qui constituent la Chimie des infiniment petits, en ce sens que les actions et les transformations sont accomplies sous l'influence de forces extrêmement petites, et cependant capables de provoquer des actions chimiques d'une grande intensité par des mécanismes d'une extrême délicatesse.

S'il ne m'a pas été possible de faire des recherches personnelles dans les champs de l'autoxydation et leurs environs, et si je n'ai rien ajouté à l'expérimentation propre aux faits si nombreux maintenant connus, j'ai fait de mon mieux pour bien les connaître, les étudier à fond, les juger au point de vue de leur valeur scientifique et de leurs conséquences. Et, bien que la matière pour le travail ne soit pas épuisée, comme le moment actuel marque une phase des plus intéressantes de la doctrine de l'autoxydation, dont l'interprétation se rattachant aux corps azotés est si discutée, j'ai cru devoir exposer le résultat de mon étude ainsi que mes propres idées.

On remarque, très souvent, dans les sciences positives, ou tout dérive de l'expérimentation et de la plus parfaite connaissance des faits, que leur explication, ainsi que l'énonciation des lois qui les gouvernent, et parfois même les principes fondamentaux de la doctrine générale qu'on établit pour les expliquer, proviennent de domaines de recherches assez éloignées de ceux où nous considérons que sont placés les nouveaux faits que nous étudions. C'est ainsi que la connaissance la plus parfaite des substances chimiques nous vient actuellement de l'exacte détermination des constantes physiques et que l'analyse tire ses meilleures méthodes de manifestations d'ordre physique des propriétés des corps. Nous savons, par exemple, combien l'étude des qualités magnétiques des substances organiques a servi pour déterminer la direction des valences du benzène et la recherche des doubles liaisons .

De la même manière, le principe des nouvelles doctrines de l'autoxydation doit être recherché dans une autre étude, mais il faut qu'il reste en relation avec la stabilité d'une substance organique par rapport à l'oxygène. Ceci diffère complètement du but que poursuivaient M. Moureu et ses collaborateurs, MM. Lepape, Dufraisse, Robin, Pougnet, quand ils commencèrent, au cours de la guerre, à s'occuper des moyens de stabiliser l'acroléine. Ce premier travail d'ordre pratique, destiné à une application militaire immédiate, a été le point de départ d'une grande et interminable série de recherches, qui se font principalement au laboratoire de Chimie organique du Collège de France. Bien avant les recherches actuelles, celles faites sur l'oxydation des matières organiques en général et sur leur autoxydation ont été l'objet d'études importantes et même d'applications pratiques. Parmi ces études sont à noter celles d'Engler, spécialement consacrées à l'autoxydation. La question a revêtu toujours un grand intérêt, et elle a été traitée sous différents aspects, et on a surtout cherché à bien déterminer dans chaque cas ses conditions et son mécanisme. Au point de vue d'une théorie générale du phénomène, les données positives acquises sont, par contre, peu nombreuses, et cependant au moment où MM. Moureu et Dufraisse ont énoncé les principes fondamentaux de la doctrine sur l'autoxydation, comme conséquence d'une très longue expérimentation méthodique, les objections ont suivi, et des chimistes renommés ont pris part à la discussion et contribué par leurs idées à l'éclaircissement du problème de l'autoxydation, qui, à l'heure actuelle, a pris le rang d'un des plus importants de la Chimie générale. Il suffit de voir les noms des investigateurs qui étaient présents à la discussion de Bruxelles pour comprendre toute l'importance actuelle du sujet.

Si nous considérons l'ensemble, déjà considérable, des faits observés dans le laboratoire du Professeur Moureu, ainsi que les recherches antérieures relatives à l'autoxydation, c'est-à-dire, les phénomènes produits au moment des oxydations directes, en ne nous préoccupant pour le moment que du fait en lui-même et dans toute sa généralité, nous pouvons dire, à mon avis, avec une stricte justice, que tous les corps sont, plus ou moins, autoxydables. Les différences proviennent de l'intensité de l'oxydation et des manières de se réaliser. En réalité, l'oxygène brûle tout, et toute matière, organique ou minérale, métallique ou non métallique, est directement oxydable. Mais la rapidité de l'action varie notablement et nous permet de classer les oxydations, de la même manière que leur forme ; leurs mécanismes et leurs résultats nous permettent aussi de bien établir des distinctions entre elles, qui marquent, dans une très large mesure, des différences essentielles. C'est ainsi que lorsque nous disons simplement autoxydation, nous voulons dire qu'il s'agit d'oxydations directes, spontanées, complètes ou non, par l'oxygène libre.

Les circonstances qui influent sur l'oxydation

directe sont nombreuses et variées. Les unes se rattachent à l'état physique du corps oxydable, les autres à celui de l'oxygène. La température, l'humidité, l'état de division de la matière, même la position des éléments dans la molécule et leurs liaisons respectives, ainsi que bien d'autres conditions, internes ou externes, sont les principales. On dit instables, au point de vue de l'autoxydation, les matières qui sont spontamément transformables par l'action directe de l'oxygène, et il va sans dire que, dans le nombre, sont inclus les corps organiques presque en totalité, surtout ceux qui procèdent des organismes. Plusieurs phénomènes organiques et certaines profondes transformations des substances organisées sont de vraies autoxydations ; des fermentations de toute espèce comptent parmi elles, sans parler des réactions telles que l'acétification et le rancissement des graisses. Il faut dire encore comment bien des fois il suffit de la présence d'une trace de certaines substances actives ou activées, pour provoquer, par leur seule présence, des autoxydations, pour les arrêter ou pour les empêcher complètement.

Ce fait signifie la possibilité de réagir extérieurement sur la stabilité des matières ou des systèmes chimiques et de les stabiliser à volonté. La plupart des moyens industriels de conservation des aliments trouvent leur fondement dans cette faculté. Il y a des composés bien définis et très connus qui empêchent complètement l'autoxydation. Ce sont les antioxygènes de MM. Moureu et Dufraisse. Nous verrons quelle est l'importance de ces catalyseurs dans les théories de l'autoxydation. Pour le moment, nous devons nous borner à signaler, comme éléments essentiels, la substance autoxydable et le catalyseur capable d'activer ou d'empêcher l'autoxydation. Ce fut précisément en cherchant à assurer la stabilité d'un corps très oxydable que MM. Moureu et Dufraisse parvinrent aux premiers résultats qui, comme je l'ai dit, forment le commencement de la doctrine actuelle de l'autoxydation.

L'oxydation par l'oxygène libre exige des circonstances particulières et, surtout, oblige à se placer dans les conditions de possibilité de la réaction d'oxydation plus ou moins rapide ou violente. L'autoxydation n'est jamais, à mon avis, une réaction instantanée ; si petite soit-elle, il faut ajouter au système autoxydable un certain complément d'énergie pour provoquer le déplacement de l'équilibre. Parfois il suffit du plus petit frottement, même d'un simple contact, de l'augmentation des surfaces, enfin de toute action capable de rendre active une seule molécule du système autoxydable.

Sous un tel aspect, le phénomène se place parmi ceux compris dans le cas le plus général du mécanisme des réactions chimiques, comme un cas particulier de l'oxydation. Ce sont précisément les circonstances de son déclanchement qui le caractérisent et qui ont fait le point de départ des recherches et de la doctrine de MM. Moureu et Dufraisse. Comme tous les équilibres instables, il faut, pour soutenir celui des autoxydables, l'appui d'un autre système extérieur, lequel stabilisera le primitif et empêchera l'oxydation. Cette protection peut avoir différents degrés, selon ceux de l'oxydabilité du système protecteur, c'est-à-dire, selon sa résistance à admettre le complément d'énergie nécessaire à la destruction de l'équilibre du système autoxydable. Et voilà comment le phénomène le plus fréquent de la chimie qu'est l'oxydation directe a une cinétique assez compliquée et loin d'être éclaircie, bien que les recherches des dernières années, qui ont mis en lumière beaucoup de ses problèmes, aient apporté des données d'une grande valeur qui font la base des doctrines actuelles.

On voit se développer toute une doctrine scientifique au fur et à mesure que notre connaissance des phénomènes de l'autoxydation avance, grâce à l'application d'une méthode de recherches simple, exacte et générale, qui a permis de découvrir de très nombreux faits nouveaux et de généraliser le rôle de protecteurs ou stabilisateurs des systèmes autoxydables pour les substances les plus variées, à la seule condition d'être elles-mêmes des corps oxydables. Ici, comme partout, dans les sciences positives, on remarque la solidarité des faits, et de quelle façon son propre mécanisme sert à révéler leur dépendance mutuelle les unes des autres. La variété et la variation sont des lois certaines des actions possibles entre des systèmes capables de produire des phénomènes chimiques, certainement ; mais dans une telle variété, on aperçoit toujours le principe de l'unité supérieure qui les comprend tous. Et il faut le faire ressortir parmi l'ensemble des faits et des recherches pour se rendre compte, dans le cas présent, du mécanisme des changements des équilibres les plus instables.

Nous verrons bientôt comment la vitesse de ces réactions est conditionnée par l'intervention des substances de nature très variée, dont la présence peut changer le sens de la réaction, en donnant parfois de la consistance à l'équilibre si instable du système. Mais on pourrait noter en même temps comment, à la rigueur, l'oxydation se réalise, plus ou moins lentement et en deux sens. Ce fait signifie qu'en réalité la stabilisation des systèmes autoxydables est seulement un retard de l'oxydation, ce qui peut faire varier la nature de ses produits, ou bien

déplacer l'équilibre du système dans un sens déterminé.

Les premiers travaux sur l'autoxydation de MM. Moureu et Dufraisse ont fait l'objet d'une Note intitulée : *Sur l'autoxydation : les anti-oxygènes*, présentée à l'Académie des Sciences de Paris, à la séance du 30 janvier 1922, et publié aux *Comptes-Rendus*, T. 174, p. 258. Il importe avant tout de se rappeler le point de départ des travaux dont l'exposé commence dans cette Note, qui, malgré les travaux antérieurs, a bien surpris les hommes de science.

Il y a bien longtemps que l'acroléine, $CH^2=CH-CHO$ est connue des chimistes. Elle vient des matières grasses, c'est un aldéhyde non saturé dérivant de la glycérine ; elle se présente sous la forme d'un liquide volatil (bout à 52°), à odeur irritante, lacrymogène ; l'acroléine est remarquable par sa grande oxydabilité et sa faculté de se polymériser facilement. La flexibilité de sa molécule s'explique ainsi que son instabilité, parce qu'à côté de la fonction aldéhyde, elle contient une fonction éthylénique. En se polymérisant, l'acroléine produit une espèce de résine blanche, insoluble dans l'eau, qui est le disacryle. MM. Moureu et Dufraisse ont démontré qu'une telle condensation se réalise très bien, moyennant la seule action directe de la lumière, sans oxygène, car l'oxygène employé en proportions minimes peut provoquer aussi la formation du même disacryle, laquelle est empêchée si l'oxygène est en excès. Ils en ont déduit le caractère catalytique de la condensation de l'acroléine. Il y a quelques anomalies intéressantes à étudier dans l'autoxydation de l'acroléine, anomalies que les recherches de MM. Moureu et Dufraisse ont commencé à mettre en lumière.

Ils ont démontré que la condensation de l'acroléine en disacryle ne se produit pas quand elle s'autoxyde; mais, une fois terminée l'action directe de l'oxygène, le disacryle commence à se produire. Dans l'obscurité il n'y a pas de condensation en l'absence d'oxygène. La lumière directe la favorise extraordinairement, ainsi que la présence d'une proportion minime d'oxygène, avec la particularité que la formation du disacryle se poursuit sans interruption, comme si la transformation était catalysée par l'oxygène pur lui-même. Nous verrons plus tard comment MM. Moureu et Dufraisse expliquent ces phénomènes. Actuellement il suffit de se rappeler que l'acroléine est une substance très autoxydable et très facilement polymérisable, et qu'elle représente un des équilibres les plus instables de la Chimie. Il faut aussi se rappeler que sa flexibilité moléculaire vient de ses deux fonctions, l'une aldéhydique et l'autre éthylénique. C'est une molécule très active, capable de se modifier facilement.

Une série d'expériences, bien remarquables, de MM. Moureu et Dufraisse sur la condensation et l'oxydation de l'acroléine, démontre l'indépendance des deux phénomènes qui ne sont nullement simultanés. Comme ils disent, « tant que l'acroléine s'autoxyde, elle ne donne pas de disacryle ; l'acroléine partiellement oxydée commence à se condenser dès qu'elle n'absorbe plus d'oxygène ». Mais il y a encore des faits bien singuliers à noter dans le mécanisme des altérations de l'acroléine, condensation et autoxydation. Très remarquable est le fait que la lumière naturelle, sans l'intervention de l'oxygène, provoque la formation du disacryle, tandis que l'acroléine peut se conserver, sans altération, dans l'obscurité, hors de la présence de l'oxygène ; mais elle s'oxyde immédiatement, même sans lumière, en présence de si minimes quantités d'oxygène pur, qu'il faut placer la réaction dans la catégorie des réactions catalytiques. Et, autre fait encore plus singulier, c'est que la formation du disacryle s'arrête quand l'oxygène est en excès.

Pour expliquer ces anomalies, selon lesquelles l'autoxydation et la condensation de l'acroléine semblent deux phénomènes contradictoires, MM. Moureu et Dufraisse ont proposé une hypothèse assez ingénieuse appuyée, dans une certaine mesure, sur celle des molécules actives d'Arrhénius. La masse de l'acroléine se compose de deux sortes de molécules, les unes, presque inertes, incapables de se combiner par elles-mêmes, les autres, actives, qui sont tautomériques avec les précédentes, très oxydables, capables de se polymériser en disacryle. Ces molécules si actives, en présence de peu d'oxygène, formeront, comme nous le verrons plus tard, le péroxyde instable, et ensuite, elles se condenseront pour donner naissance au disacryle. Ces molécules si actives, avec un excès d'oxygène, et sous l'effet de la concentration du gaz, se combineront avec celui-ci ; l'énergie libérée sera employée à la transformation des molécules ordinaires en molécules tautomériques actives, et ainsi de suite. L'autoxydation et la condensation de l'acroléine sont pourtant l'une et l'autre propres aux molécules tautomériques, très sensibles à la radiation.

Quant aux influences, si directes, de la radiation dans les altérations de l'acroléine, les auteurs des travaux dont je m'occupe sont d'avis que l'énergie nécessaire pour transformer un tautomère en un autre tautomère est un véritable effet de résonance, en ce sens que la fréquence des vibrations peut, à son tour, exciter la molécule de l'antioxygène, et celle-ci peut communiquer son énergie aux molécules tautomériques qui existent dans le sys-

tème de l'acroléine. L'hypothèse, bien appuyée sur de nombreuses expériences très bien combinées, contrôlées avec un soin minutieux, donne un résultat extrêmement ingénieux et d'une tendance assez générale en ce qu'elle vise à expliquer l'ensemble des actions capables de transformer dans tous les sens la molécule de l'acroléine. Elle comprend certainement les cas observés et est conforme aux résultats numériques des expériences; il faut l'admettre pour le moment du moins, mais non sans certaines réserves, exposées au Conseil Solvay, qui se rattachent mieux encore à l'autre hypothèse du peroxyde instable, intermédiaire de l'autoxydation.

C'est avec le plus grand respect que je me permets de présenter mon avis sur le cas de l'arrêt de la formation du disacryle quand l'oxygène est en grand excès. Le système de l'acroléine, comme en général tout autre système composé de molécules chimiques, constitue un vrai centre d'activité. Ses molécules actives, ainsi que celles qui restent pour le moment inactives, possèdent par leur propre énergie une tendance manifeste à se transformer de plusieurs manières, et, vu leur mobilité, on conçoit cette tendance. Il y a cependant bien des cas où les changements sont, pour ainsi dire, seulement internes, et ne se manifestent pas dans ce que nous appelons des réactions chimiques proprement dites. Il faut alors communiquer au système une sorte de complément d'énergie, tout au moins quand la réaction doit commencer, ou bien pour produire la transformation jusqu'à la fin, ainsi que pour donner de la stabilité au nouveau système produit. Ces suppléments d'énergie proviennent souvent des substances accélératrices, douées elles aussi, par leur propre nature, d'une grande énergie, qui donnera des molécules actives, capables de transformer les molécules inactives et de leur prêter une partie de leur propre force. Deux systèmes peuvent rester en équilibre, avec apparence d'une certaine stabilité, l'un en face de l'autre, mais le conflit chimique se produira dès qu'une seule molécule quelconque deviendra active, c'est-à-dire, dès qu'elle recevra le complément d'énergie qui lui manquait. Dans le système de l'acroléine, la lumière, l'oxygène, le peroxyde, éventuellement formé et instable, peuvent altérer le système, aussi bien pour provoquer la condensation génératrice de disacryle que pour réaliser l'autoxydation.

Et il me semble que les transformations chimiques ou les changements des systèmes sont possibles quand l'agent qui les provoque ne fait pas d'opposition au mouvement des molécules du système capable de se transformer. En cas d'arrêt de la condensation de l'acroléine en disacryle, en présence d'un excès d'oxygène, je crois qu'on pourra légitimement supposer que le grand excès de gaz s'oppose au choc des molécules en remplissant les espaces libres et en diminuant le nombre des chocs ou en le réduisant à zéro, le système restant complètement immobilisé. Il faut tenir compte que, même si elles ne sont pas simultanées, il y a dans la transformation de l'acroléine deux réactions bien définies, et que toutes deux ont besoin d'une transformation préalable des molécules inactives en molécules actives, capables de réagir. C'est la tautomérisation, si heureusement invoquée par MM. Moureu et Dufraisse. L'affluence excessive d'oxygène noie les molécules de l'acroléine, les immobilise et les rend inertes, à tel point que sa condensation en disacryle s'arrête si elle avait commencé, ou bien ne se produit pas du tout si la stabilité de l'équilibre de l'acroléine reste inébranlée. Alors l'oxygène joue le rôle d'un vrai stabilisateur, comme le font un si grand nombre de corps que MM. Moureu et Dufraisse (avec MM. Badoche, Lotte, Panier des Touches, Chaux, Berchet, Johnson, Pastak) ont expérimentés, et dont la plupart sont oxydables au point de vue de l'autoxydation et qu'ils ont nommés antioxygènes. En réalité, dans le système de l'acroléine, si instable par sa propre nature et par sa constitution chimique, on voit la possibilité de deux réactions différentes, non simultanées et vraiment indépendantes, et dont l'une est l'autoxydation. La probabilité de l'une ou de l'autre dépend de la lumière et de l'oxygène.

La lumière accélère la formation du disacryle, laquelle est arrêtée ou empêchée par un excès d'oxygène, et celui-ci suffit, dans une minime proportion, pour produire l'autoxydation. Et ainsi nous nous trouvons en présence de deux phénomènes catalytiques bien distincts, avec des résultats très différents : la condensation et l'oxydation d'un aldéhyde.

•

On réduit l'expérience fondamentale, point de départ du grand travail du Professeur Moureu et de ses collaborateurs, à observer ce qui se passe au moment de la stabilisation de l'acroléine, substance des plus sensibles aux agents d'oxydation. A cet égard, l'acroléine représente un équilibre si instable qu'on peut, comme l'ont dit MM. Moureu et Dufraisse, le comparer à celui d'un cône dressé sur son sommet. Nous savons comment l'acroléine, soumise aux actions de l'oxygène, peut s'autoxyder, s'acidifier et se transformer en disacryle. Mais si à l'acroléine ou bien à une autre substance aussi oxydable, telle que l'aldéhyde benzoïque, employée par MM. Moureu et Dufraisse au commencement de la série de leurs expériences, on ajoute une très petite quantité d'hy-

droquinone (1/1.000 est suffisante), il n'y a pas d'absorption de l'oxygène. Nous savons actuellement que l'autoxydation n'est pas supprimée, mais seulement très ralentie et que le phénomène des autoxydations est plus compliqué que ce qu'il semble être au premier abord. MM. Moureu et Dufraisse ont eu la bonne idée d'appeler *anti-oxygènes* les corps qui ont la propriété de ralentir ou d'empêcher, avec plus ou moins d'intensité, les autoxydations. La propriété antioxygène est très accentuée dans les phénols, la phloroglucine exceptée ; cependant, elle n'est pas spécifique des phénols, et la longue série des expériences faites jusqu'à présent démontre que la propriété antioxygène est très générale dans toutes les fonctions organiques, et que les unes peuvent ralentir, dans des limites très étendues, l'oxydation des autres. D'ailleurs, bien des antioxygènes sont oxydables si le milieu où ils se trouvent est favorable. C'est ainsi que les phénols s'autoxydent dans les liquides alcalins, et ils sont, sans les alcalis, des antioxygènes énergiques.

En partant des résultats de leurs premières expériences, MM. Moureu et Dufraisse ont essayé nombre d'anti-oxygènes. Leur intensité relative a été appréciée dans nombre de cas, et ils ont vu comment l'action antioxygène est une propriété assez générale, mais qu'elle dépend, dans une large mesure, de la nature ou, pour mieux dire, de la fonction chimique du corps capable d'entraver l'autoxydation. A cet égard les polyphénols sont les corps antioxygènes les plus actifs ; il suffit d'une trace de matière pour protéger une masse considérable du corps autoxydable, avec celle particularité que la proportion si minime du phénol reste souvent inaltérée après plusieurs mois de contact avec la matière autoxydable. Cependant, la qualité d'antioxygène n'est pas propre aux phénols, et précisément les recherches de MM. Moureu et Dufraisse (avec M. Badoche) démontrent qu'une infinité d'autres substances la possèdent aussi.

Une autre condition des antioxygènes est à signaler. Comme la plupart des actions chimiques, l'oxydation, et surtout l'autoxydation, n'est pas un phénomène simple et net. Des actions secondaires et d'autres phénomènes complémentaires ou simultanés, toujours distincts, l'accompagnent généralement, et l'action des antioxygènes s'étend aussi jusqu'à les entraver : ils ne se produisent pas du tout ou sont ralentis de telle sorte qu'ils semblent ne pas se produire, comme le phénomène principal de l'autoxydation. Au premier abord, on dirait que les actions des antioxygènes sont, sinon perpétuelles, au moins permanentes et d'une force constante. D'ailleurs, les antioxygènes, même les plus énergiques, ne font que diminuer la vitesse de la réaction oxydante, jusqu'à la réduire à une valeur presque nulle, mais sans l'annuler complètement. Il reste toujours comme une infiniment petite action oxydante, qui très lentement transforme la matière oxydable, sans manifestations externes. La vitesse dépend, autant de la nature de la substance autoxydable que de celle de l'antioxygène.

Une fois bien établis les faits fondamentaux de l'action des antioxygènes, il a fallu chercher des analogies avec d'autres phénomènes semblables, lesquels peuvent se classer comme de vraies autoxydations et qui se rattachent aussi à la Chimie des infiniment petits. Dans les sciences positives, dont le seul fondement des doctrines consiste dans des faits bien observés et où tous les critériums viennent d'expériences méthodiques, les analogies des phénomènes, formulées après une longue série d'études individuelles, ont une importance de tout premier ordre et, de plus, permettent de tirer les arguments nécessaires pour formuler des lois et des généralisations. Sans la mise en évidence des analogies, la connaissance individuelle des phénomènes devient impossible ainsi que leur mesure, parce que l'analogie porte en elle-même l'idée de différenciation et, par conséquent, celle d'individualisation ; celle-ci caractérise vraiment le fait et le marque parmi ceux de la même espèce. C'est ainsi que, parmi les actions générales de l'oxygène qui comprennent dans l'ensemble toutes les oxydations possibles où l'on voit un trait d'analogie, nous voyons différentes oxydations.

En réalité, outre les actions antioxygènes dont il est question ici, des actions catalytiques analogues sont connues depuis longtemps, et étudiés aussi avec beaucoup de soin. Il faut rappeler, notamment, les causes qui empêchent l'oxydation lumineuse du phosphore, l'explosion du mélange gazeux détonant, celles qui retardent l'oxydation du sulfite de sodium ou de chlorure stanneux, ou les graisses de rancir. Tous sont des phénomènes analogues à ceux observés avec les antioxygènes, étant dues à de très petites quantités de matières étrangères. Dans les domaines de la Biologie on trouve de nombreux phénomènes qui se rattachent à ceux que MM. Moureu et Dufraisse ont étudiés.

Pour bien connaître le phénomène de l'autoxydation, tel qu'il se pose désormais, il faut tenir compte de la nature de l'antioxygène, autant que de celle de la matière oxydable. En principe, nous admettons que le catalyseur stabilisateur doit être nécessairement un corps oxydable par nature. C'est de là que provient l'énergie maxima de cette qualité dans les phé-

nols, en général, ou pour mieux dire, dans les polyphénols et dans certaines fonctions chimiques qu'on peut appeler intermédiaires, telles que les aldéhydes, les cétones et leurs dérivés. Il était alors très important de les étudier au point de vue de leurs propriétés d'antioxygène. Mais en même temps on devait faire des expériences avec des corps qui, comme l'iode et ses dérivés, peuvent servir à catalyser des réactions générales de transformation, telles que celles de Grignard. Les résultats, dès les premiers essais, ont permis d'établir des généralisations bien fondées. On peut assurer que le nombre des antioxygènes est considérable, et que l'autoxydation est une propriété très commune, aussi bien pour les substances organiques que pour les composés minéraux, et que généralement les dérivés iodés des catalyseurs énergiques (phénols iodés) ne le sont pas davantage que leur générateur. L'intensité du phénomène dépend de la nature du corps autoxydable, autant que de la constitution de l'antioxygène et de l'état des termes de la réaction ; mais on n'a pas pu assigner des catalyseurs spécifiques à chaque corps. Ce qui précède suffit pour faire comprendre comment les magnifiques expériences de MM. Moureu et Dufraisse ont répandu l'idée de l'autoxydation et démontré sa grande portée et son intervention dans la cinétique de nombreux phénomènes chimiques.

Naturellement, la première période d'un travail si transcendant devrait consister à accumuler des données bien observées au moyen d'expériences réglées et méthodiques et permettant d'arriver à l'observation correcte des faits, à les caractériser et, dans leur ensemble, marquer l'individualité de chacun.

Les recherches faites à cet égard ont permis d'instituer une méthode expérimentale d'application générale, grâce à laquelle il a été possible de reconnaître la propriété antioxygène chez des centaines de matières de la structure chimique la plus variée, parmi lesquelles on compte même des corps nitrés, qui sont capables de devenir catalyseurs d'oxydation selon les circonstances. Les premières expériences engendrent encore une autre conséquence, à savoir, la complication des actions de l'oxygène sur les matières organiques et, en général, des transformations par oxydation. Bien que l'étude du problème fût d'importance capitale, on peut dire que malgré les recherches, sans doute très estimables, de quelques chimistes sur les phénomènes de l'autoxydation, l'essor des théories les plus nouvelles commence vraiment avec la notion précise des antioxygènes, si nettement établie, depuis les résultats définitifs des expériences sur les actions des polyphénols, l'hydroquinone en particulier, sur la stabilisation de l'acroléine, point de départ des recherches actuelles.

Seule la forme active de l'oxygène libre est capable de produire l'autoxydation; mais en présence des antioxygènes la vitesse de l'oxydation diminue jusqu'au point de pouvoir être considérée comme nulle. En réalité, il peut se produire deux choses : 1° le cas général du ralentissement de l'autoxydation, et il se produit alors une catalyse négative, 2° l'accélération des actions oxydantes, et alors elle est positive.

En tous cas, on explique l'autoxydation en supposant que l'oxygène moléculaire vient se fixer sur un point de la matière oxydable pour constituer un oxyde ou autoxydateur singulier, instable, capable de céder la moitié de son oxygène à une autre portion de la substance oxydable. On nomme accepteur la partie qui reçoit l'oxygène de l'oxyde premièrement formé, et nous remarquons qu'autoxydateur et accepteur peuvent être la même substance. La formation des oxydes intermédiaires est aujourd'hui démontrée, et elle explique bien des phénomènes d'oxydation, ainsi que le rôle des oxydants intermédiaires, dans plusieurs réactions chimiques, précisément celles d'oxydation.

Comme bon exemple on se rappelle que l'eau, agissant sur l'oxyde primaire, peut subir une transformation et se convertir en eau oxygénée, qui deviendrait alors le véritable oxydant. Les antioxygènes de Moureu et Dufraisse empêchent toutes ces actions, dans les limites et sous des conditions qu'ils ont si bien établies, et ils règlent dans une certaine mesure la vitesse et l'intensité du phénomène dont il y a bien des exemples dans les méthodes analytiques dites d'oxydation. Mais, à présent, nous pouvons dire que la formation des composés intermédiaires dans les réactions chimiques semble un fait général et tout à fait d'accord avec leur mécanisme, tel qu'on doit l'admettre, les molécules agissant les unes sur les autres seulement quand elles sont portées à l'état de molécules actives, au moyen d'un certain complément d'énergie.

Dans la théorie de MM. Moureu et Dufraisse nous pouvons considérer toute une série de réactions chimiques définies, qui marquent le processus de l'autoxydation. Soient : A) la matière autoxydable ; B) l'antioxygène, et (O^2) l'oxygène actif. Premièrement, il donne lieu à la formation de peroxyde primaire $A + O_2 = A(O)_2$. L'oxyde primaire agit sur l'antioxygène B comme il suit :

$$A(O_2) + B = A(O) + B(O) = A + B + O_2$$

et, d'autre part, il se produit encore cette autre réaction $B(O) + A = B + A(O)$, qui représente une catalyse positive (action prooxygène).

Dès les premiers résultats de leurs recherches, MM. Moureu et Dufraisse ont essayé d'avoir un guide théorique bien établi pour bien conduire la suite de leurs travaux ultérieurs, parce qu'ils avaient parfaitement compris l'amplitude et la généralité du sujet qu'ils avaient abordé. Sans doute la conception si heureuse du peroxyde primaire, dont toutes les expériences confirment l'existence, était un bon point de départ ; mais cela n'était pas suffisant. Il restait à préciser la partie où le point exact de la molécule organique, qu'on admet formée par divers noyaux, où réside le pouvoir catalytique. De nombreuses expériences, surtout avec des composés phénoliques et sulfurés, sont venues démontrer que c'est précisément dans la partie oxydable de la molécule que réside le pouvoir catalytique, attendu qu'une oxydation ménagée du soufre, ou bien l'éthérification de la fonction phénolique, supprime aussitôt la propriété antioxygène. Il y avait pourtant, dans la formation initiale du peroxyde primaire et dans le fait de situer le pouvoir catalytique dans la partie la plus oxydable de l'antioxygène, une bonne base théorique, tout au moins un guide pour continuer les recherches et expliquer certaines variations des phénomènes observés. A partir de ce point, une multitude de corps ont été essayés, comme des catalyseurs d'autoxydation, sur un nombre déterminé de substances autoxydables, et les résultats obtenus ont déjà permis d'établir une doctrine et d'expliquer tous les faits connus.

On admet pourtant que l'oxydation, dans toute sa généralité, consiste essentiellement dans l'union d'une molécule d'oxygène active avec une autre molécule du corps autoxydable, avec élévation du potentiel, qui engendre le peroxyde primaire, lequel évolue vers des molécules stables ne contenant plus d'oxygène actif. On pense que l'activation dépend au moins dans une certaine mesure, de la concentration ; mais il peut y avoir d'autres causes. L'existence du peroxyde primaire, capable de produire l'oxygène nécessaire pour l'autoxydation d'un système au fur et à mesure que le dit peroxyde se forme et évolue, ainsi que cela se produit, par exemple, avec l'hydrure intermédiaire dans les hydrogénations catalytiques, paraît bien démontrée. Il faut noter cependant que l'isolement des peroxydes primaires n'est pas toujours possible, leur vie est trop éphémère pour qu'on puisse les obtenir dans un état de concentration suffisante. Quelquefois il a été possible de les isoler dans un moment donné de leur évolution ou sous formes de complexes.

Il va sans dire que l'évolution du peroxyde primaire implique des changements parfois très importants dans la molécule, surtout dans sa structure, changements parmi lesquels il faut citer des migrations et même des scissions.

Dans tous les cas, l'évolution du peroxyde tend à la formation de molécules stables, et sa génération se fait par une sorte d'absorption du complément d'énergie nécessaire pour l'activation.

De tout ce qui précède on tire la conséquence que les antioxygènes sont des catalyseurs négatifs, capables d'entraver l'évolution du peroxyde et de désactiver les molécules qui avaient commencé à réagir, d'où résulte un mélange ou un état bien différent de celui qui se produirait sans la présence des catalyseurs négatifs de l'autoxydation. Leur condition de corps oxydables est indispensable, et MM. Moureu et Dufraisse citent le sesquisulfure de phosphore, dont l'oxydabilité extrême est à la base de ses applications, et qui cependant est un antioxygène très actif. Nous avons vu comment une telle qualité se rencontre dans la partie la plus oxydable des molécules et augmente avec leur oxydabilité. De la même manière on conclut des nombreuses recherches qui ont été faites jusqu'à présent que « tout corps oxydable doit pouvoir, *dans des conditions favorables*, jouer un rôle antioxygène ». La conclusion est d'une grande portée, puisqu'elle tend à considérer la qualité antioxygène comme une propriété générale de toute matière oxydable. Les expériences si nombreuses, à partir de la stabilisation de l'acroléine, tendent à cette grande généralisation, en démontrant comment les autoxydations sont des réactions dont le sens change avec la présence de minimes quantités de corps qui sont à leur tour oxydables grâce à la présence dans leur molécule d'éléments accepteurs d'oxygène.

Telles sont, à mon avis, les conclusions générales qu'on peut tirer actuellement des longues recherches de MM. Moureu et Dufraisse sur ce phénomène de l'autoxydation, consécutives à leurs travaux relatifs à l'action de l'hydroquinone sur l'acroléine. Les études, dont je viens de résumer les principaux résultats, sont aussi susceptibles de bien des applications hors de la Chimie pure, et elles serviront à expliquer des phénomènes biologiques très importants. La matière n'est pas épuisée ; il reste encore beaucoup à explorer, et les recherches continuent en vue d'arriver à des lois générales et à la vraie théorie de l'autoxydation et des antioxygènes.

Qu'il me soit permis de finir par une observation. A mon avis, ce qui se dégage des études que j'ai faites sur le mécanisme des réactions chimiques et des doctrines actuellement admises, c'est que toute réaction chimique, depuis que le système a acquis

l'énergie nécessaire et que les premières molécules sont devenues actives, devient un système absorbant, et c'est pourquoi la réaction commence par une absorption sur la surface des molécules du dit système. Si nous envisageons les choses sous cette forme, nous pourrons dire que dans l'autoxydation le début, c'est-à-dire la formation du peroxyde primaire, est une absorption, un phénomène de surface, et que l'antioxygène, grâce à son oxydabilité, absorbe à son tour l'oxygène du peroxyde. Aussi retourne-t-on le sens de la réaction en empêchant son développement. Cette idée a besoin de plus concrètes applications. Du reste, il me semble que les doctrines de l'autoxydation viennent appuyer celle qui admet que toute réaction chimique commence par une absorption.

L'ÉTUDE DU SOLEIL ET DE L'ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE A L'OBSERVATOIRE DE L'EBRE

par de GRAFFIGNY

I

L'Observatoire de l'Ebre est un établissement privé, appartenant aux Jésuites de la province d'Aragon. Il comporte trois sections : héliophysique, géophysique et électro-météorologie. Il est situé en Catalogne, près de la ville de Tortosa, dans le canton de Roquetas, à trente kilomètres de l'embouchure de l'Ebre ; ses divers pavillons s'élèvent sur une colline dominant une large et fertile vallée sillonnée par le fleuve et entourée d'un amphithéâtre de chaînes de montagnes, dont le sommet le plus élevé est le Caro, haut de 1.440 m. (fig. 171). La plus grande partie de l'année, le ciel est très clair dans cette région ; il n'y a dans la région ni usines centrales, ni tramways électriques, et cette situation pour une institution de ce genre est éminemment favorable, comme l'ont reconnu de nombreux astrophysiciens, Vogel entre autres. Les coordonnées géographiques sont : lat. N 40°49, long. E Greenwich 0 h. 1 m. 58 sec.

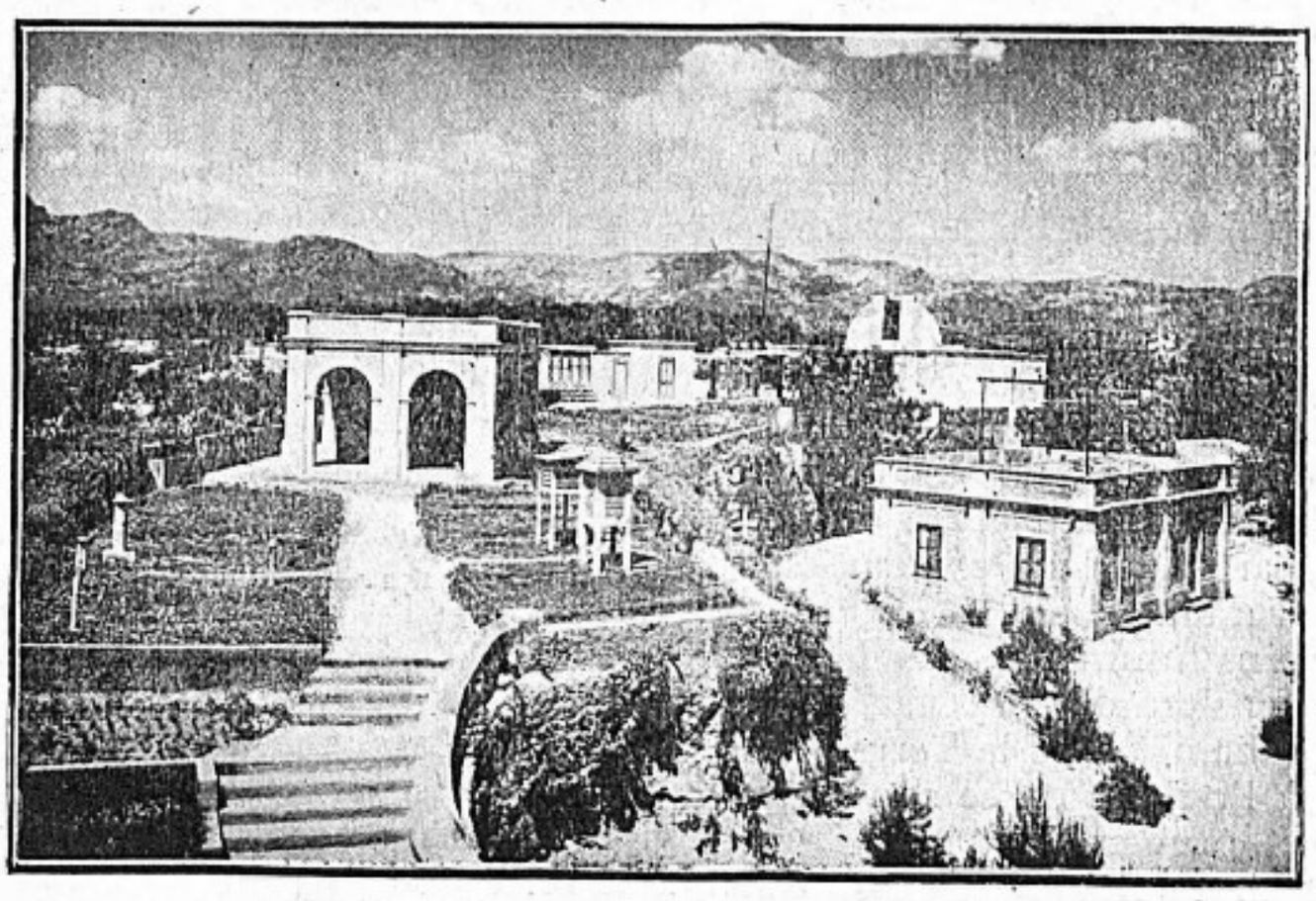


Fig. 171. — Vue générale de l'Observatoire de l'Ebre

L'idée qui a conduit le P. Ricardo Cirera à édifier cet observatoire a été de fournir les données nécessaires pour étudier l'influence de l'activité solaire sur notre planète et les relations entre cette activité et certains phénomènes électriques et magnétiques. L'outillage scientifique est tel qu'on y enregistre d'une manière continue près de 30 catégories de phénomènes différents. Aussi, M. Nordman a-t-il reconnu

l'utilité de cet établissement où sont étudiés parallèlement, par les méthodes les plus modernes et les appareils les plus perfectionnés, la physique terrestre et l'astrophysique, « ces deux sœurs jumelles qu'on n'aurait jamais dû séparer ».

L'inauguration publique de l'Observatoire de l'Ebre a eu lieu à l'occasion de l'éclipse totale de Soleil du 30 août 1905 et depuis cette époque une moisson importante d'observations nouvelles a pu être réalisée, fournissant des indications du plus haut intérêt sur des questions encore très controversées. Les trois sections d'étude : *géophysique* ou étude de l'action du Soleil sur la croûte solide de la Terre, *électro-météorologie*, ou étude de cette action sur la couche atmosphérique, enfin *héliophysique*, ou observation de l'astre solaire, occupent dix pavillons différents disséminés sur le flanc de la colline, et l'établissement est actuellement dirigé par le P. Rodès, assisté de M. Ignace Puig, sous-directeur, à la complaisance duquel nous devons ces renseignements et les photographies illustrant cet article. Voici donc un résumé des travaux auxquels se livrent les savants de l'Observatoire de l'Ebre.

II. — Section d'héliophysique.

Cette section s'occupe de l'étude du Soleil avec ses diverses manifestations : taches, facules, floculi de calcium, protubérances et vitesses radiales, et c'est à la photographie directe qu'on a demandé d'opérer les enregistrements.

Les taches du Soleil sont constituées par des gaz dont la température est moindre que celle des parties incandescentes environnantes et qui s'élèvent à des centaines de milliers de kilomètres au-dessus de la surface pour redescendre ensuite à leur première position après que ces gaz ont perdu une partie de leur chaleur dans cette ascension. Etant moins chaudes, ces taches sont relativement moins lumineuses que le reste de l'astre, leur dimension dépasse parfois de plus de vingt fois le diamètre de la Terre et on peut les distinguer à l'œil nu en se servant de verres fumés pour cet examen.

Les facules, contrairement aux taches, sont des régions plus brillantes que le fond général du disque solaire appelé photosphère. L'étude de ces formations est opérée à l'aide d'une grande lunette à monture équatoriale, permettant de suivre l'astre malgré le mouvement de rotation de la Terre. Cette lunette (fig. 172) comme celle de l'observatoire d'astrophysique de Meudon, est double, c'est-à-dire qu'elle comporte deux tubes parallèles, l'un pour la vision directe, l'autre pour la photographie. Les objectifs ont un diamètre de 162 millimètres et l'image est amplifiée de manière à donner sur la plaque photographique des images de 10 centimètres de diamètre.

Les flocculi sont des nuages de gaz incandescents nageant dans la chromosphère. On ne peut les distinguer ni à l'œil nu ni à l'aide de la photographie, mais on les identifie en isolant certaines ligues du spectre solaire. On emploie à cet effet trois appareils : une lunette horizontale à cœlostat Grubb qui fournit une image fixe du Soleil, un spectro-héliographe Evershed avec prisme disperseur de Jobin, et une clepsydre assurant un mouvement absolu-

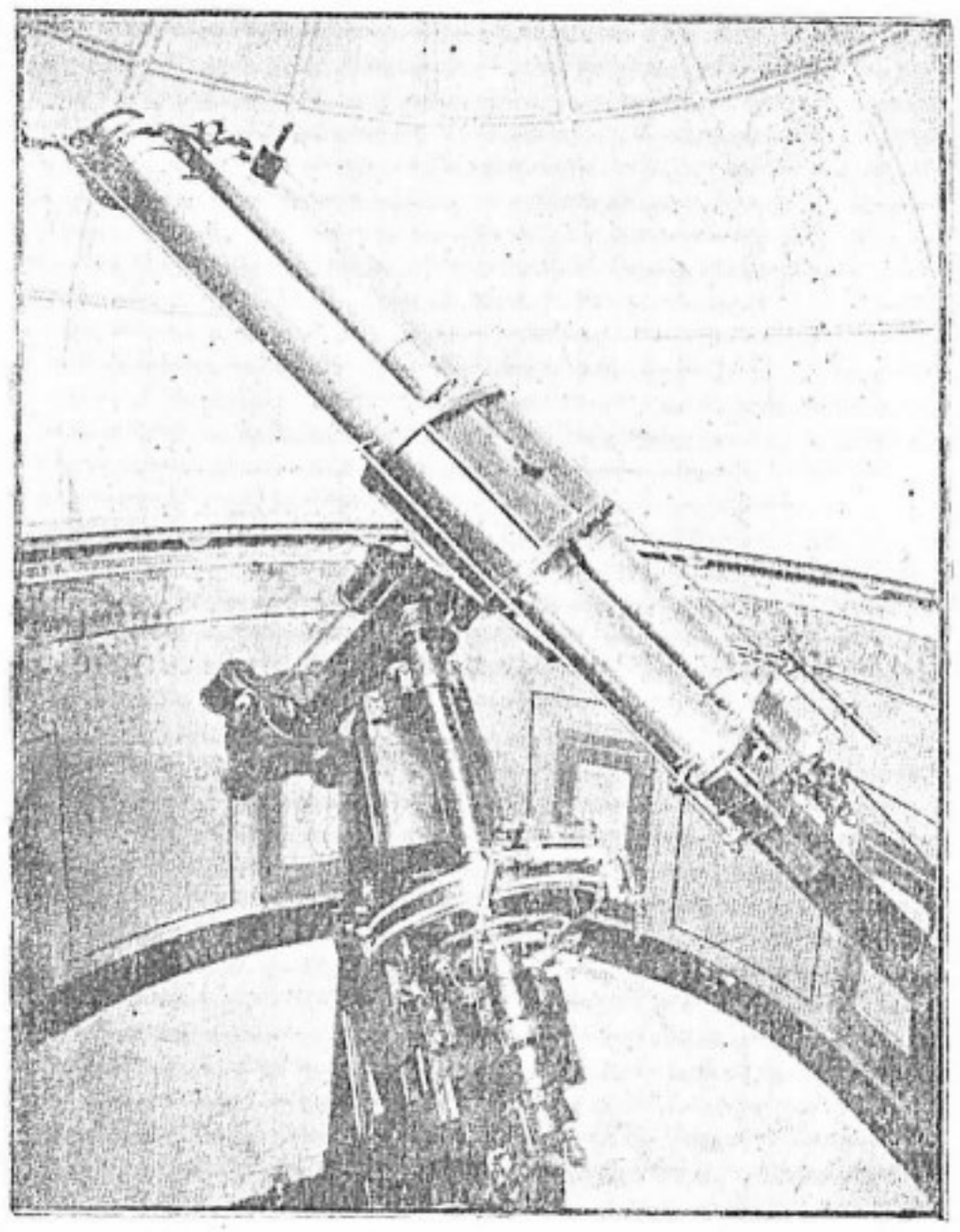


Fig. 172. — Equatorial double Mailhat.

ment uniforme à l'appareil dans le sens horizontal .Cet appareil a été construit par M. Mailhat, à Paris ; il permet de suivre la distribution des images de calcium dans l'atmosphère solaire.

Les protubérances (fig. 173) sont des prolongements de la chromosphère qui, avec l'aspect d'immenses flammes rouges s'élèvent à de très grandes hauteurs au-dessus de la surface solaire, jusqu'à 800.000 km. et au-delà, leur longueur atteignant 60.000 km. et davantage. Un spectroscope spécial est réservé à l'examen des protubérances et occupe un pavillon particulier de l'Observatoire. Il reçoit la lumière par une lunette horizontale précédée d'un sidérostat polaire Lippmann. L'organe dispersif est un réseau de diffraction Rowland, constitué par

une plaque métallique de 5 centimètres de côté, sur laquelle sont gravés 568 traits parallèles par millimètre, assurant la dispersion de la lumière reçue.

Un appareil dit *spectro-goniomètre* permet de déterminer, par l'application du principe bien connu de Doppler-Fizeau, la vitesse avec laquelle les vapeurs du Soleil s'élancent et retombent pendant les éruptions de la surface, car il donne la possibilité de mesurer les distances

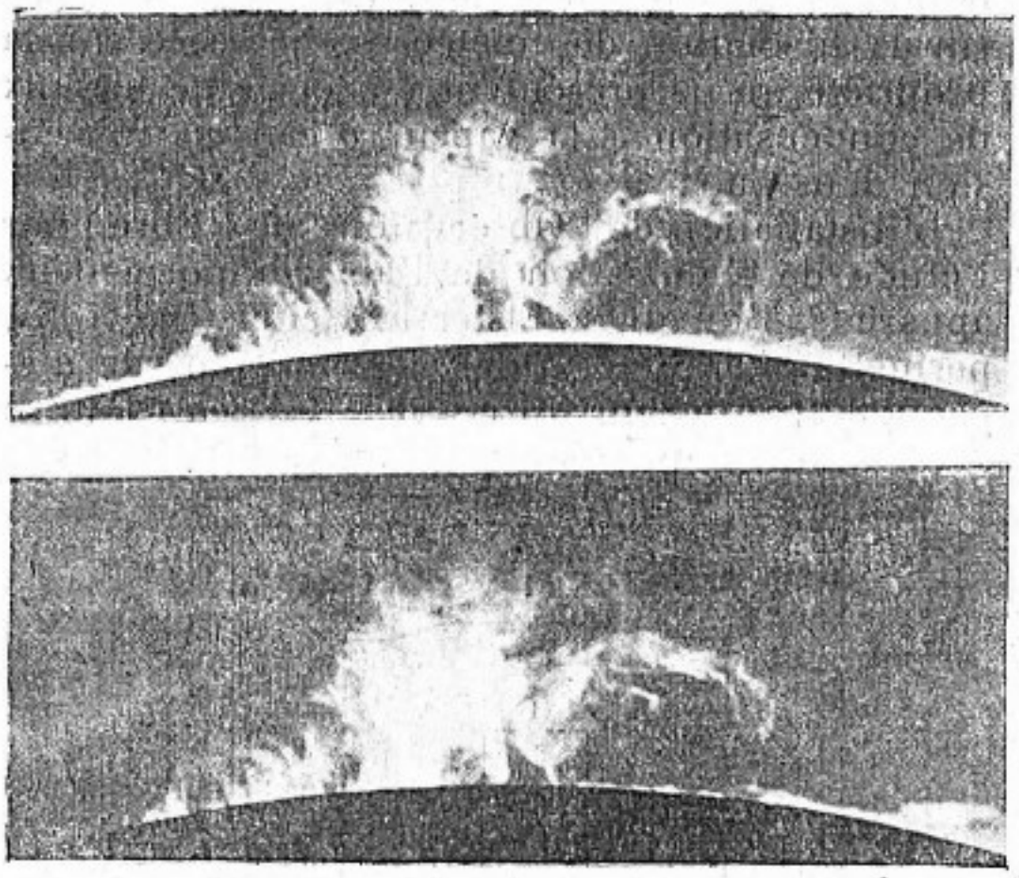


Fig. 173. — Photographies des éruptions solaires prises à l'Observatoire de l'Ebre

angulaires entre les raies du spectre et celles d'un spectre de comparaison. Les recherches opérées dans cet ordre de recherches à l'Observatoire de l'Ebre ont été très fructueuses parce que les vitesses radiales des différents matériaux solaires dénotent le degré d'activité de l'astre, et elles ont été trouvées égales, dans certaines circonstances, à 600 kilomètres par seconde et plus encore.

III. — Electric-météorolgie.

Trois pavillons sont réservés à l'étude des phénomènes qui sont influencés par la radiation solaire : mouvements de l'air, phénomènes aqueux et phénomènes électriques. Le premier est consacré à l'actinométrie ou étude de la chaleur et contient divers instruments connus sous le nom d'actinomètres et pyrhéliomètres, ainsi qu'un héliographe Richard pour l'étude de l'insolation, une série de thermomètres et des thermographes à maxima et à minima. La polarisation de la lumière est étudiée à l'aide d'un photo-polarimètre de Cornu.

La pression atmosphérique, qui a une grande influence sur la formation et le développement des météores est mesurée à l'aide d'appareils de haute précision : baromètres et barographes enregistreurs. Les anémomètres et anémoscopes inscrivent la direction et la vitesse du vent, et le P. Rodès a imaginé un *dynanémomètre* qui enregistre la force maximum du vent en kilogrammes par centimètre carré de surface. L'étude des mouvements de l'air dans les couches supérieures de l'atmosphère est assurée par des lâchers de ballons-sondes en caoutchouc, dont l'ascension est suivie avec le théodolite. On a enregistré des altitudes supérieures à 14.000 mètres.

Les phénomènes aqueux de l'atmosphère sont très nombreux ; l'Observatoire enregistre particulièrement l'évaporation, l'humidité, les nuages et la pluie.

Pour le premier de ces phénomène on fait usage du vaporimètre à lecture directe de Pioche et un enregistreur Richard disposés dans un abri météorologique en plein air. L'humidité de l'air se détermine à l'aide d'un psychromètre à deux boules, l'une sèche, l'autre humide, et d'un hygromètre à cheveu à mécanisme enregistreur.

L'étude du mouvement et de la forme des nuages s'effectue à l'aide d'un *néphoscope* a réfraction semblable à celui employé à l'Observatoire de Montsouris et de la *fourchette néphoscopique* de Besson. Le premier de ces instruments sert à observer les nuages au zénith et il est disposé dans une chambre obscure. C'est un espèce de cinématographe dont l'écran est une table circulaire horizontale très blanche ; l'appareil à projections est un système de lentilles placé dans le toit de la chambre et les objets projetés sont les nuages.

Pour enregistrer les chutes de pluie, l'Observatoire dispose de deux pluviomètres ; l'un, système Tonnelot, à lecture directe, l'autre à enregistreur, de Heleman, inscrivant automatiquement la quantité d'eau tombée chaque jour et la durée de la pluie.

Enfin, la section spéciale de l'électricité atmosphérique présente non moins d'importance que les précédentes, car on connaît maintenant l'étroite dépendance des phénomènes électriques de l'air et de l'activité solaire, et l'Observatoire de l'Ebre suit attentivement les variations du potentiel électrique de l'atmosphère, l'ionisation de l'air et l'importance des décharges électriques.

Le potentiel électrique de l'atmosphère est rapporté à la chute de potentiel électrique entre la surface de la Terre et l'air à l'altitude de 1 mètre : c'est ce que l'on appelle le *gradient de potentiel*. L'installation de Tortosa est aménagée dans une chambre obscure du pavillon météorologique et elle comporte un collecteur d'électricité, deux électromètres et un enregistreur photographique (fig. 174).

Le collecteur pourrait être une simple tige métallique terminée en pointe, parfaitement isolée et disposée horizontalement à une certaine hauteur au-dessus du sol ou une baguette qui, au lieu de se terminer par une pointe aiguë, serait enduite de sel radio-actif ionisant l'air ambiant : bromure de radium ou mésothorium. On leur a préféré le modèle de collecteur *à écoulement d'eau* de Thomson, lequel consiste en un tuyau métallique isolé, disposé suivant l'horizontale et dont une extrémité laisse couler continuellement un mince filet d'eau, agence-

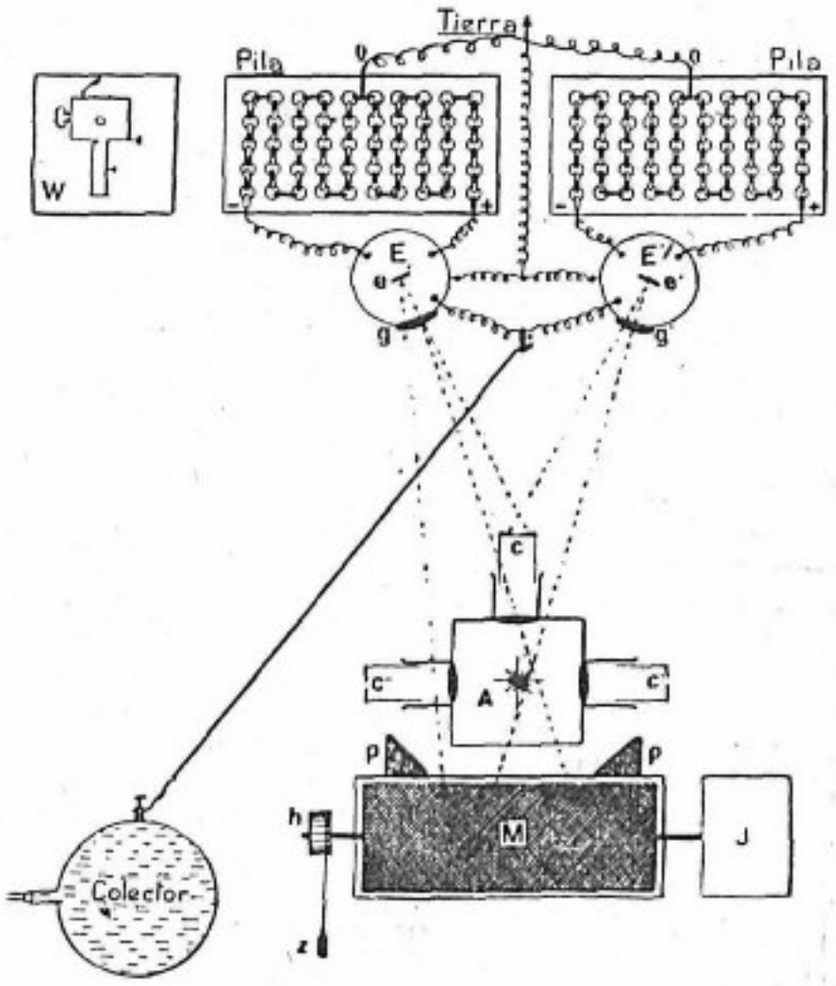


Fig. 174. — Appareil enregistreur du potentiel de l'air. E-E' électromètre. — M enregistreur.

ment récemment amélioré par M. Chauveau. Quand l'air se maintient sec et exempt de poussière, on obtient un isolement suffisant en soutenant le collecteur sur des supports enchâssés dans des pains de soufre ou de paraffine.

Deux électromètres Thomson-Mascart permettent de mesurer le potentiel atmosphérique. Tous deux sont reliés au même collecteur, mais l'un est beaucoup plus sensible que l'autre. On peut ainsi enregistrer les variations du potentiel pendant les jours de calme comme pendant les instants où se produisent des troubles électriques. L'enregistrement est opéré en dirigeant un faisceau lumineux émanant d'une lampe à acétylène et réfléchi par les miroirs des électromètres sur un papier sensible photographique enroulé sur un cylindre tournant sur lui-même par l'action d'un mouvement d'horlogerie. Par un dispositif automatique, une lampe électrique est mise en activité pendant vingt secondes à chaque heure et impressionne le papier à travers une fente, marquant ainsi l'instant de l'inscription par une ligne droite transversale, procédé plus avantageux que celui, ordinairement employé, d'un électro-aimant actionnant un obturateur métallique. Le fonctionnement est plus régulier et le résultat plus net.

L'importance que l'on donne aujourd'hui à l'ionisation de l'air due aux rayons ultra-violets de la lumière solaire est considérable, car on attribue aux ions gazeux la plupart des phénomènes météorologiques, la formation des nuages, les précipitations aqueuses et le dégagement électrique qui se produit pendant les orages et les tempêtes. Cette influence des ions sur la formation des météores est basée sur la propriété qu'ils présentent de servir de noyaux de condensation à la vapeur d'eau en suspension dans l'air.

L'installation de l'Observatoire de l'Ebre pour l'étude de l'ionisation de l'air comporte deux appareils, l'un dû à Elster et Geitel (fig. 175), permettant de déterminer le coefficient de dispersion et la valeur du courant vertical, l'autre dû à Gerdien, qui donne le moyen de calculer

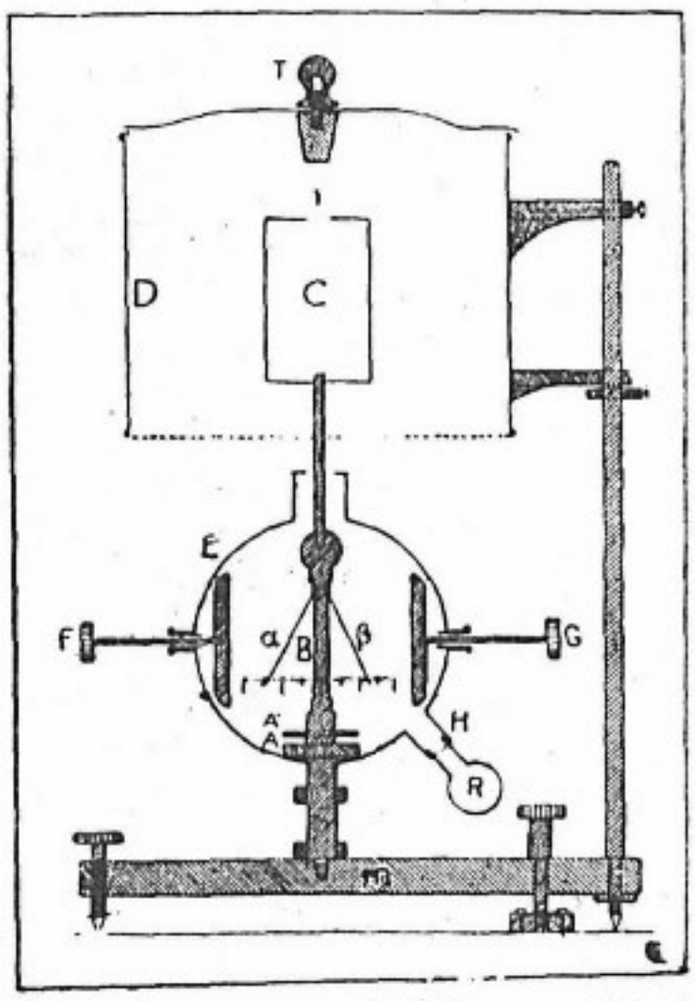


Fig. 175. — Appareil d'Elster et Geitel.
B support isolant — α, β, feuilles d'or — F. G. plateaux réglables. — R. ampoule pour sécher l'air — C. collecteur D. enveloppeur thermique.

le nombre d'ions contenu dans chaque centimètre cube d'air ainsi que leur degré de mobilité. Ces instruments sont placés sur deux dés de pierre sous le portique du pavillon d'observation.

On a pu observer que le nombre d'ions varie considérablement d'un jour à l'autre. Ainsi Mac Clellan et Kennedy ont trouvé 6.000 gros ions et seulement 79 petits par une belle matinée d'avril, alors que le lendemain ils en trouvaient respectivement 19.000 et 37 par centimètre cube d'air. Ces mesures sont effectuées régu-

lièrement chaque jour à 11 heures du matin depuis 1905 et ont fourni des remarques du plus haut intérêt sur le coefficient de dispersion et le courant vertical.

IV. — Etude des décharges électriques.

Les décharges électriques atmosphériques sont enregistrées à l'aide d'un appareil portant le nom de *céraunographe* et qui n'est autre qu'un cohéreur de radio-télégraphie, analogue au trépied de Branly. Le céraunographe est impressionné par les ondes hertziennes provenant des nuages en temps d'orage, ce qui est possible parce que l'énergie transmise est considérable. En effet, on a noté des éclairs de plus de 16 kilomètres de longueur, ce qui suppose des différences de potentiel de millions de volts avec des intensités supérieures à 20.000 ampères, mais pendant deux ou trois millièmes de seconde au plus.

Le céraunographe installé dans un pavillon spécial comporte une antenne réceptrice des ondes, un radio-conducteur à trépied et un enregistreur. La décharge atmosphérique, eût-elle lieu à 500 kilomètres de distance de l'Observa-

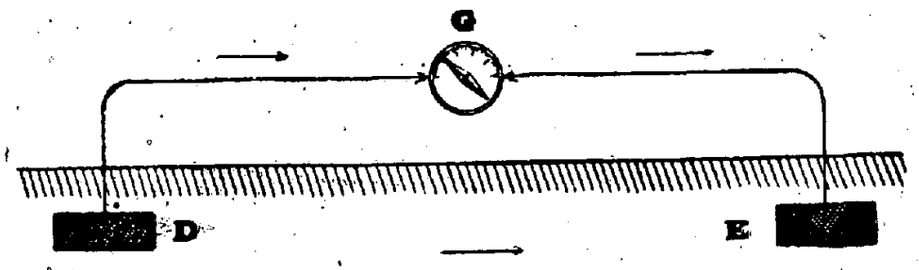


Fig. 176. — Schéma d'une installation pour la mesure des courants telluriques.
D. E. plaques de terre. — G. galvanomètre

toire, est révélée par le bruit d'une sonnerie électrique et elle est inscrite sous forme d'un petit trait sur le papier quadrillé de l'enregistreur.

L'étude des phénomènes électriques de l'atmosphère est complétée par celle du magnétisme terrestre et des courants telluriques induits dans le sol terrestre. Leur intensité varie d'une façon régulière selon l'heure du jour et l'époque de l'année avec des changements subits et violents connus sous le nom de *tempêtes magnétiques*. La connaissance de ces variations présente un grand intérêt pour la recherche de l'origine du magnétisme terrestre ; elle en présente aussi pour la navigation et pour tous ceux qui pour s'orienter, doivent se fier aux indications de la boussole.

Les appareils de l'Observatoire donnent directement la déclinaison ou angle de l'aiguille aimantée avec la ligne nord-sud géographique, l'inclinaison ou angle de cette aiguille avec le plan horizontal, la composante horizontale, c'est-à-dire la force magnétique dans ce plan, et la composante verticale ou force magnétique exercée dans le plan vertical. Cette installation est considérée comme étant la plus complète et la plus parfaite qui existe ; et elle comporte deux pavillons, l'un tout en bois pour les observations *absolues*, l'autre en pierre pour l'étude des variations du magnétisme.

Le premier de ces pavillons contient un magnétomètre unifilaire de Dover déterminant la déclinaison et la composante horizontale et un industeur terrestre de Schulze pour l'inclinaison. Les observations, très délicates, doivent être répétées jusqu'à trois et quatre fois par mois. L'autre bâtiment renferme un unifilaire magnétique ou déclinomètre, un bifilaire magnétique de Gauss, et enfin une balance magnétique de Lloyd pour la composante verticale. Il y a deux séries de ces instruments disposés dans des chambres souterraines, et l'une de ces séries est à enregistrement photographique automatique par les mêmes procédés que pour les observations du potentiel de l'air. Les plus grandes précautions ont été prises pour éviter toutes causes de troubles et de dérangement de ces appareils très délicats. C'est ainsi que toutes les ferrures ont été remplacées dans le bâtiment et leur ameublement par des pièces de cuivre ou de laiton. Le visiteur qui pénètre dans ces salles doit même se débarrasser de tous les objets de fer qu'il peut porter sur lui : clefs, canif, montre, autrement, l'apport de la moindre parcelle de métal magnétique est susceptible de causer des troubles dans le fonctionnement de ces appareils de haute sensibilité.

Pour l'étude des courants telluriques, l'Observatoire comporte une installation dont une partie est à l'air libre et l'autre à l'intérieur d'un local spécial. La partie extérieure est constituée par deux lignes de fil de fer galvanisé, l'une dans le sens nord-sud, l'autre dans celui E.-W., mesurant 1.500 mètres de longueur (fig. 176).

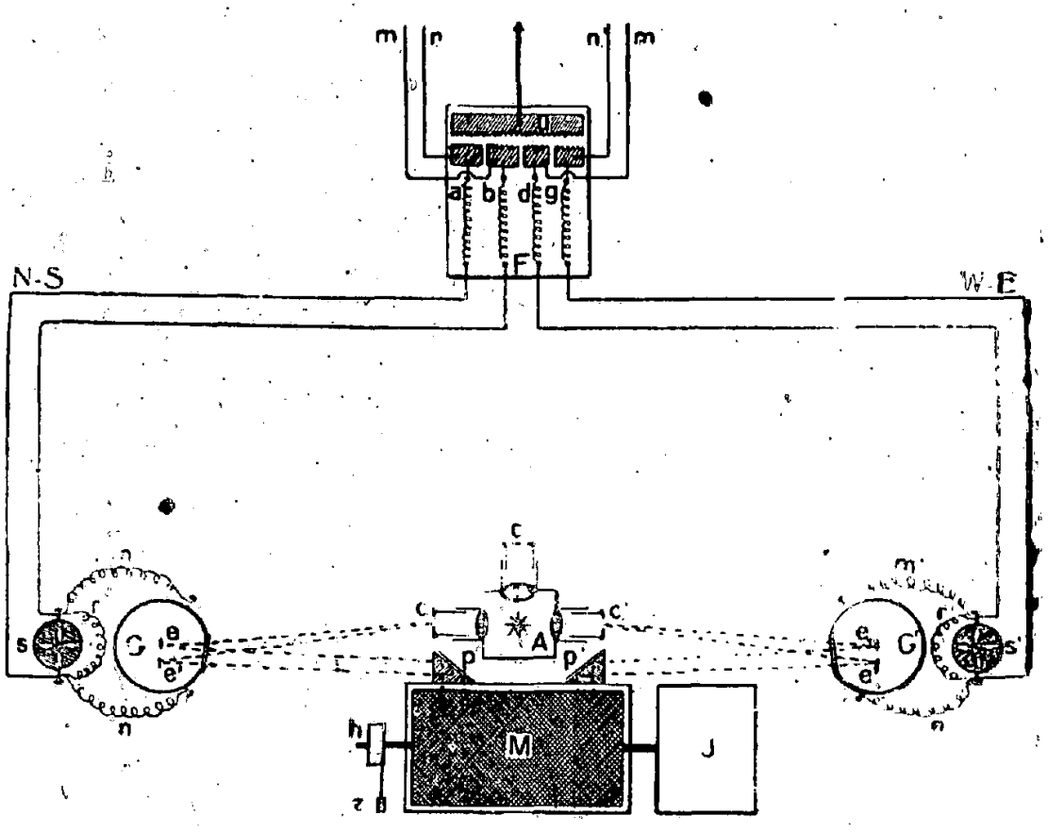


Fig. 177. — Appareil enregistreur des courants telluriques
m n, m' n', lignes d'arrivée des courants
G' G', galvanomètres — n enregistreur.

L'installation intérieure se trouve dans la même chambre que les instruments de mesure du potentiel de l'air et comprend deux galvanomètres Déprez-d'Arsonval, un pour chaque ligne, et un enregistreur photographique (fig. 177). On remarque que l'intensité des courants telluniques présente des variations analogues à celles du magnétisme terrestre et presque simultanés. Certains jours le calme est presque absolu, mais on enregistre parfois des tempêtes électriques qui apportent des perturbations dans les communications télégraphiques.

Ce service est complété par l'étude des tremblements de terre effectuée à l'aide de cinq sismographes enregistreurs. Le principal comporte une masse pendulaire de 1.500 kilogs, avec une amplification de 200 et le plus petit, du système Vicentini, un pendule de 100 kilogs, avec une amplification de 75. Le dernier permet d'enregistrer les mouvements verticaux du sol et comprend une barre rigide et élastique soutenant une masse pendulaire de 50 kilogs, amplification 150. De chaque pendule part un levier très léger qui inscrit les oscillations sur un papier enfumé enroulé autour d'un cylindre tournant par l'effet d'un mouvement d'horlogerie, papier qui est changé toutes les vingt-quatre heures. Le sismogramme obtenu est ensuite fixé à l'aide d'un vernis spécial.

L'Observatoire comprend, parmi les divers services accessoires un pavillon atelier pourvu d'un outillage complet et de grande précision pour la réparation des instruments et la construction des appareils nouveaux.

Ainsi qu'on a pu s'en rendre compte par cette étude, l'organisation scientifique de l'Observatoire de l'Ebre est des mieux comprises et des plus complètes. Il en existe peu d'analogues dans le monde entier. Aussi cet établissement a-t-il pu, depuis sa fondation, fournir de nouveaux et précieux documents aux différentes branches des sciences géo-physiques qui y sont cultivées.

L'ORIENTATION DE "FORMICA PRATENSIS"

par Jean CASAMAJOR

Le comportement de certains Insectes, en cours d'exercice d'orientation, présente quelque analogie avec celui du Pigeon voyageur (1).

Certaines espèces de Fourmis sortent isolément de leur nid, s'en éloignent en décrivant des méandres jusqu'à ce qu'elles aient trouvé une provende. Elles la saisissent dans leur labre, puis s'en retournent précipitamment vers leur nid.

Si, ayant prélevé l'un de ces individus au moment où il va pénétrer dans sa fourmilière, on le transporte à quinze, vingt, trente mètres, dans une direction quelconque, il retourne bientôt à son nid.

Dans le premier cas, l'Insecte évolue dans une zone qui lui est familière, on peut croire qu'il reconnaît son chemin en usant des sens communs. Dans le second cas, le déplacement est accidentel, inopiné et indépendant de sa volonté. Si l'on songe que l'horizon de la Fourmi est généralement très limité, il est difficile de concevoir qu'elle puisse s'orienter grâce à une mémoire sensorielle commune, dont l'excitant présenterait tant de solutions de continuité.

(1) Le « mystérieux sens de l'Espace ». Jean CASAMAJOR. *Revue scientifique*, 24 septembre 1927, page 554.

ACUITÉ VISUELLE DE LA FOURMI DES PRÉS.

Je place un barreau de couleur voyante en avant d'un individu en marche, de façon que ce barreau fasse obstacle, en travers de sa route, par deux longueurs inégales, dont l'une, très courte, ne dépasse pas dix centimètres. L'Insecte continue sa marche jusqu'à ce qu'il arrive à environ trois ou quatre centimètres du barreau. Inquiet seulement à cette distance de l'obstacle, il tourne la tête à droite et à gauche et, comme si la barre lui apparaissait à l'infini, il se dispose à la franchir pour continuer sa route.

Sous l'éclairement direct du soleil, la Fourmi distingue les couleurs sombres qui se détachent sous ses pas (ombres portées), et peut ainsi éviter le danger de l'approche de l'homme. Par temps sombre j'ai pu agiter, sans bruit, un objet à quelques centimètres de certains individus en marche, sans qu'ils manifestent la moindre inquiétude.

Sa myopie l'entraîne à une indescriptible acrobatie dans le plan vertical de sa marche. Sauf des cas exceptionnels, elle ne contourne pas les obstacles placés sur son chemin, elle les franchit sans la moindre gêne, aussi bien en avant qu'en arrière, et sans se retourner.

La course de cette espèce, sur la pelouse, est remarquable. Au lieu de se frayer un passage parmi les touffes d'herbes, elle suit exactement la ligne droite, comme si la vue lui servait de guide, tantôt courant sur le sol, tantôt faisant l'ascension d'un brin d'herbe, ou bien encore passant d'un brin sur un autre qui le chevauche.

Ce qui semble encore démontrer la faiblesse de la vue de la Fourmi des prés, ce sont les péripéties des chasses qu'elle livre à de tout petits êtres. Lorsqu'il arrive à l'un d'eux, traînés par la Fourmi, de s'échapper une seconde de son emprise, cela suffit le plus souvent à le libérer définitivement : les deux Insectes s'agitent sur une surface grande comme un sou sans se rencontrer. Si le hasard s'est fait son protecteur, la proie de la Fourmi s'en va vers un refuge, pendant que celle-ci continue de la rechercher sur place avec ardeur.

Par contre, elle est attentive au plus léger bruit. Le frôlement d'une feuille qui traîne au vent suffit à lui donner l'éveil. Elle entend venir vers elle le bruit de nos pas, s'en préserve en précipitant sa marche dans une autre direction.

Circuits orientants.

Je prélève doucement une Fourmi à son gîte et me déplace d'un mètre environ, puis la dépose à terre. Après trente minutes d'observation, cet individu n'a pas encore regagné son nid. Je renouvelle l'expérience avec un autre individu en chasse, que je déporte de trois mètres ; après 3o minutes d'observation, il est encore sur le lieu même où je l'avais déposé.

Dans le premier cas, la Fourmi ne semble pas avoir eu conscience des déplacements que je lui ai fait subir. Elle a cherché à découvrir avec sa mauvaise vue, sur les lieux mêmes où elle a été déposée, le gîte auprès duquel elle croit être encore.

Dans le second cas, tout s'étant passé à son insu, la Fourmi n'a sur l'heure d'autre but que de trouver sa provende. Elle continuera donc ses laborieuses recherches, comme si elle n'avait subi aucun déplacement, jusqu'au moment où, sa chasse devenue féconde, elle emportera en hâte son butin au nid.

Si l'on veut obtenir de cet Insecte un certain déplacement, il importe donc de le prélever au moment où il voyage.

Je prélève cette fois un sujet rentrant de chasse, à destination de sa fourmilière, que je viens de repérer, et le déplace de 25 mètres environ en le transportant sur le dos de ma main, puis le renverse sur une large piste bien éclairée : une seconde s'écoule, durant laquelle elle se remet de sa chute et se débarrasse des poussières qui se sont engrumelées autour d'elle; et la voici qui se dirige maintenant en hâte vers son gîte. Mais à peine a-t-elle parcouru quelques mètres, qu'elle modifie son chemin, décrit une courbe de 4 mètres de rayon et la ferme sur la direction de son nid, puis, elle s'en va d'un pas pressé et sûr... On peut prendre les devants : on la retrouvera bientôt rentrant à sa fourmilière (fig. 178, A).

Je capture de nouveau ce même individu et

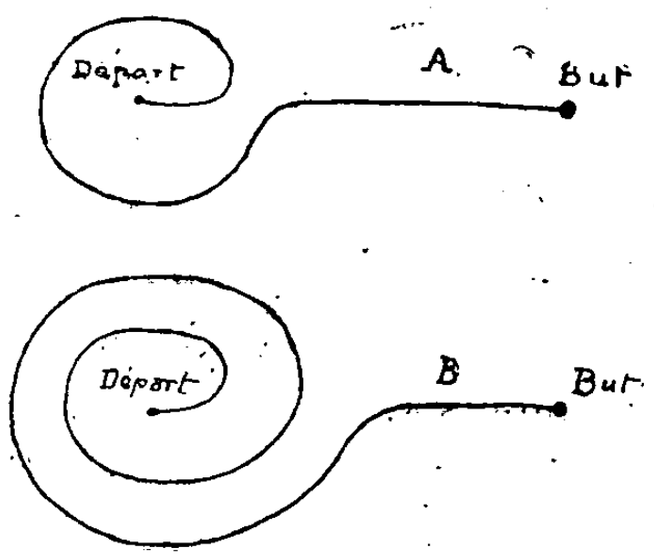


Fig. 178.

procède à la même expérience, mais en ayant soin de modifier son itinéraire d'un quart de cercle par rapport à la direction primitive. Le lieu du lâcher est, cette fois, à 25 mètres de la fourmilière.

Comme tout à l'heure, l'Insecte prend aussitôt la direction de sa demeure, et après avoir parcouru quelques mètres, se dispose à boucler. Aussitôt la boucle fermée, il prend de nouveau la direction du nid. Cependant il hésite : fréquemment en arrêt, l'avant de son corps relevé, il agite ses antennes, se secoue et repart en décrivant une interminable courbe concentrique à la première, qui va lui donner enfin la clé de son chemin (fig. 178 B).

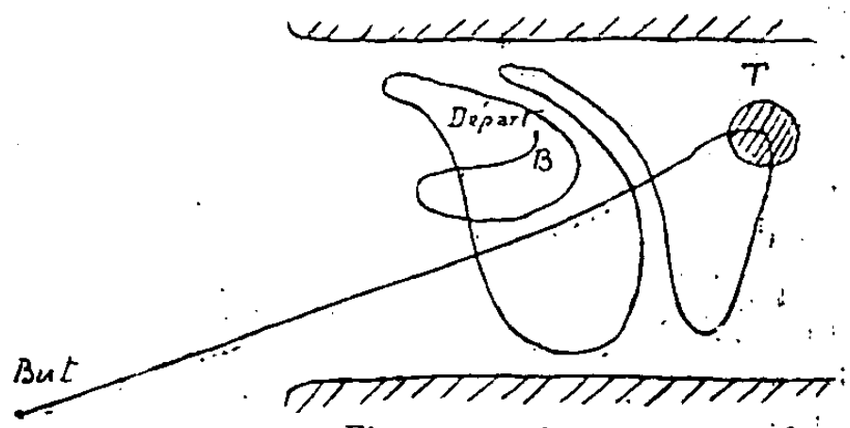


Fig. 179.

Remarquons la tendance de la Fourmi des prés, une fois lâchée, de prendre d'abord très exactement la direction de son nid, sous l'impression d'un déplacement rapide que lui impose la marche de l'homme et de se retourner ensuite sur un cercle, comme si elle éprouvait le besoin de se vérifier sur les convergents du point de départ.

Le comportement de cet Insecte rappelle ici en tous points celui du Pigeon voyageur lâché

à une certaine distance de son colombier, dans une direction où il n'est pas habitué à voyager.

Le circuit orientant disparait avec l'exercice rationnel.

J'observe un sujet emportant à vive allure une Coccinelle morte. Après avoir repéré sa ligne de direction générale sur un parcours de huit mètres, je capture l'Insecte : cette manœuvre lui fait abandonner sa proie sur place. J'emporte alors la Fourmi à vingt pas en arrière, sur cette même ligne de direction et la dépose à terre. Sans détour, la farouche coursière reprend aussitôt le chemin primitif qui la conduit tout droit vers la Coccinelle. Une fois arrivée à l'endroit même de nos ébats, elle ralentit son allure, s'avance avec précaution parmi les touffes de gazon et saisit la Coccinelle qu'elle vient de découvrir.

Je renouvelle l'expérience dans une autre direction, la Fourmi s'en va, non sans décrire quelques méandres, reprendre la Coccinelle demeurée au même endroit.

Ainsi la connaissance des lieux semblerait faciliter l'orientation de la Fourmi, en tendant à supprimer le circuit au départ, même à des distances appréciables. C'est ce que l'on observe encore chez le Pigeon voyageur, qui s'élance directement et sans circuit dans la direction de son colombier, lorsqu'il est lâché, chaque année, de Bordeaux, Dax, à destination du Nord de la France ou de la Belgique.

Influence solaire.

Une Fourmi des prés traînait à reculons un lombric long de trois centimètres. J'enlève sa proie avec elle, puis transportant les deux bestioles à plus de vingt mètres de l'endroit où je venais de la découvrir, je les dépose sur le sol, après avoir retiré à la Fourmi la presque totalité de sa capture, de manière à faciliter ses déplacements.

Le sol est fortement détrempé par d'abondantes pluies qui viennent de cesser depuis peu; la Fourmi lâchée un peu en retrait de la croisée de deux allées semées de fin gravois. L'allée est surplombée par deux rangées d'arbres aux branches enclavées, et que le vent agite doucement. Alors commence une marche pénible dessinée par la trace tourmentée de la fig. 179. Une heure durant la bestiole luttera contre la liance du sol humide, particulièrement défavorable à sa marche. Tantôt poussant sa charge en avant, tantôt la tirant à reculons, ce sera seulement à la faveur d'une tache solaire, tout au plus de la grandeur de la main, que les touffes de feuilles des arbres bercés auront laissé filtrer soudain sur le sol, que cette voyageuse reconnaîtra enfin le chemin de sa demeure.

Comment songer à expliquer par un processus visuel rectiligne les nombreuses circonvolutions de cette créature qui, tout à l'heure, s'en allait cahin-caha à l'inverse de son chemin, entraînant avec elle un ramassis de boue, et qui, soudainement, en présence d'une plaque lumineuse si petite, projetée sur le sol pendant l'espace d'une minute ou deux, se redresse d'un angle vif, face à son gîte, éloigné de plus de mille fois la portée de sa vue, et poursuit droit son chemin.

L'action solaire se manifeste encore de curieuses façons pendant les explorations journalières de cette espèce. Dans certaines fourmilières, j'ai pu constater que le terrain environnant était visité sur un secteur d'environ 180, ayant le nid pour pivot, et de telle sorte que le rayonnement se situait, le soir dans le prolongement de celui du matin. Lorsque le soleil se trouvait au Zénith. les Fourmis parcouraient leur secteur perpendiculairement à cette direction, c'est-à-dire de l'Est à l'Ouest (fig. 180).

Ces observations sur l'influence de l'astre solaire sur l'orientation de la Fourmi cadrent

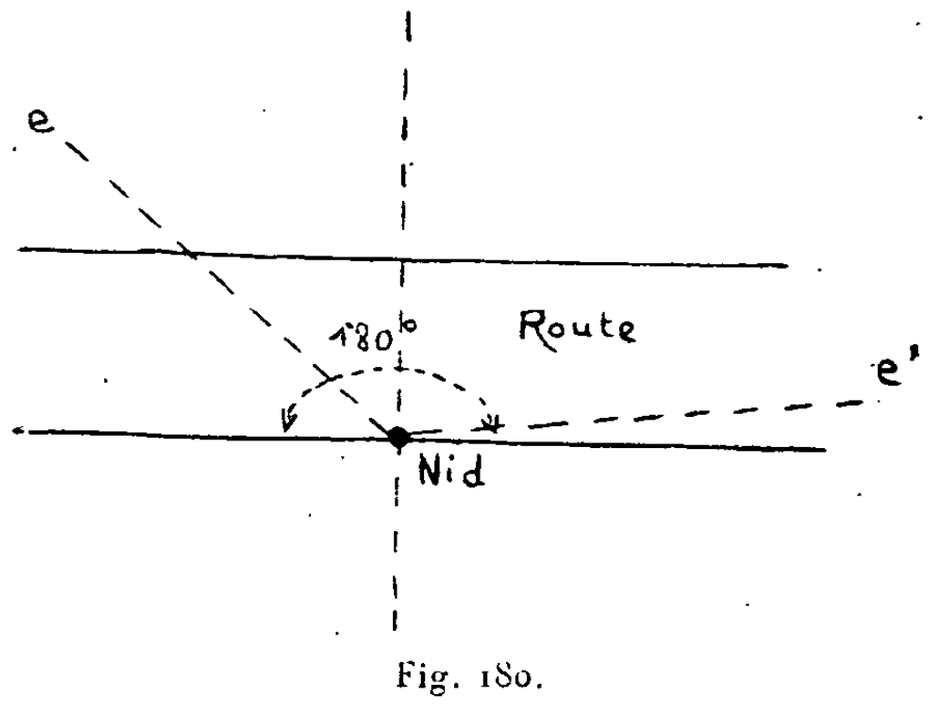


Fig. 180.

d'ailleurs avec celles du biologiste Brun, sur *Lasius Niger*, et celles de Santschi sur *Messor* et *Myrmiccocystus*.

On peut donc tenir pour assuré que le soleil sert de guide aux Fourmis circulant en plein jour. C'est la conclusion que semble tirer Etienne Rabaud. Mais il en est qui, même pourvues d'yeux, ne sortent que le soir. Quels sont alors leurs repères? Au savant biologiste de résoudre le problème.

Santschi opine pour la perception de radiations obscures. Il fonde cette hypothèse sur des résultats expérimentaux.

L'action solaire sur le retour au nid de ces diverses espèces, ne paraît guère plus discutable qu'elle ne l'est sur le retour au nid du Pigeon voyageur, mais elle appelle des réserves. On doit, en effet, éloigner du processus toute idée de repères visuels rectilignes, et même d'une action visuelle telle qu'on la connaît.

Influence du sol : Lacher sous la pluie.

Je transporte à trente mètres en arrière de sa fourmilière un individu qui s'était attardé sous les premières ondées. Après une marche régulière de quelques mètres dans la direction de son gîte, grande est ma surprise de voir cet Insecte, pourtant rapide, s'arrêter sensiblement en un lieu où des devancières avaient déjà éprouvé de pareilles difficultés de passage, retourner vers le point de départ et se livrer à plusieurs circuits de grande envergure. Tandis que la pluie se fait plus abondante, les déplacements de la Fourmi deviennent plus pénibles et plus longs. Invariablement, au droit de l'allée qu'il lui faut franchir transversalement pour regagner son nid, elle s'égare vers le même lieu, perpendiculairement à sa ligne de direction et revient ensuite au point de départ.

La pluie tombe bientôt serrée et drue, imprégnant la pauvre bête qui se traîne lamentablement au milieu du chemin. A demi ensevelie par les éclats boueux, lorsqu'elle doit traverser une déclivité creusée en bordure de l'allée, ce sont, cette fois, de larges gouttes d'eau venant du haut des grands arbres qui l'assaillent avec violence. Encore un effort prodigieux et un crochet hors du point difficile, puis, cette fois, le chemin du gîte est senti : par petits bonds successifs, de millimètre en millimètre, le plus souvent submergée, elle s'arrache à la liance du sol, et peu à peu du passage difficile.

Chaque sujet engagé dans cette passe remarquable pour un exercice d'orientation, n'en sort que difficilement. La difficulté grandit avec l'accroissement de l'humidité. Une Fourmi en fait cependant la traversée par temps splendide, suivant une direction très faiblement infléchie au droit de la déclivité. Une autre Fourmi, boîteuse et chétive d'aspect, n'en sort point, du moins pendant les longues heures que je passe à la surveiller (fig. 181).

Par contre, des sujets la sillonnent en tous sens, de leur propre initiative, sans paraître incommodés.

Quelles particularités présentait donc ce passage ?

Au point de vue topographique, il s'agissait d'une rigole creusée en bordure de la route par les eaux de pluie, en regard de l'autre route où je lâchai les Fourmis. Cette rigole s'étendait sur une longueur d'environ soixante-dix mètres, sa profondeur maxima ne dépassait pas douze centimètres, sa coupe transversale présentait une courbe évasée. L'Insecte devait, à chaque fois, franchir cette courbe dans une direction plus ou moins voisine de la normale pour rejoindre sa fourmilière.

On ne peut admettre que les sujets ainsi éprouvés appréhendaient la seconde rive de cette rigole. Ils ne perdaient leur direction que lorsqu'ils étaient parvenus au sommet de cette seconde rive, en présence d'un terrain plat.

L'influence de la cote de niveau de la fourmilière propre à chaque sujet expérimenté ne saurait non plus être invoquée. On sait que la Fourmi des prés est une équilibriste remarquable : elle grimpe avec aisance le long des murs, des arbres et des pousses d'herbes. Son retour au nid parait dans certains cas, facilité en présence d'un terrain sinueux. L'expérience m'a montré qu'elle prenait souvent sa direction au départ, lorsque la trace de sa courbe orientante empruntait la pelouse en bordure de la route qui lui servait de piste.

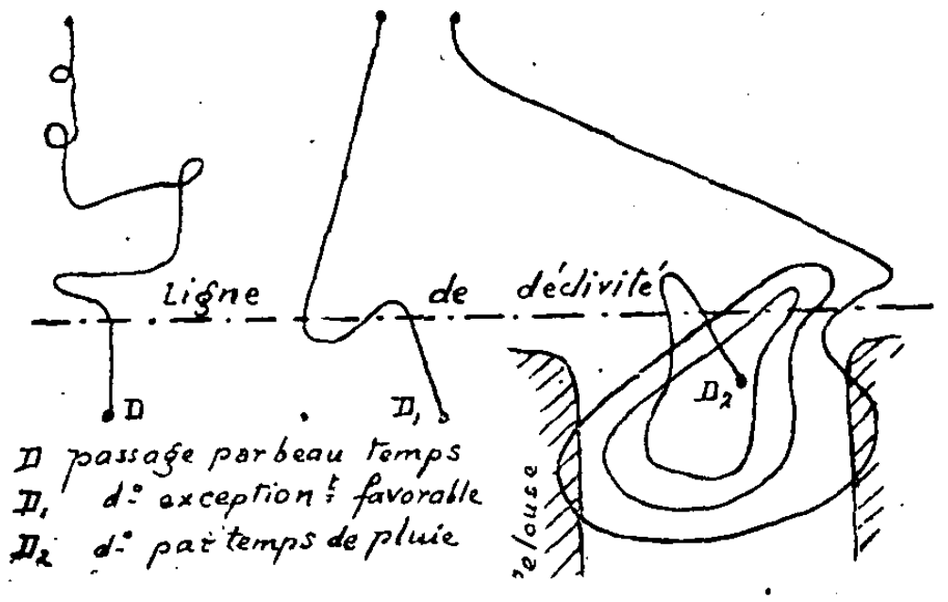


Fig. 181.

Il faut donc voir dans la difficulté de passage rencontrée par l'Insecte, en regard de la rigole, une cause plus profonde, et l'on peut se demander si l'influence des vallées sur l'orientation du Pigeon voyageur et celle de la rigole sur l'orientation de la Fourmi, n'ont pas une cause commune.

Expériences sur la vivisection des antennes de la Fourmi.

En procédant par élimination systématique des sens communs, on peut espérer reconnaître lequel de ceux-ci intervient d'une manière effective. Ce mode d'expérimentation est rationnel à condition cependant que les organes éliminés ne subissent aucune lésion : l'élimination ne doit pas être destructive, mais seulement inhibitoire.

Sur un trajet collectif de *Formica Pratensis*, Forel prélève quelques individus. Aux uns, il sectionne les antennes, aux autres, il vernit les yeux et les ocelles, puis il les remet sur la piste. Les individus sans antennes errent en tous sens, et indéfiniment, ils ne parviennent pas à reprendre la bonne direction et, finalement se perdent. Quant aux individus aveuglés, s'ils manifestent un trouble évident, ils finissent

tout de même par prendre la direction du nid.

Pour cette espèce, la suppression de l'odorat enlève-t-elle toute possibilité de retour au nid?

J'ai opéré sur *Formica Pratensis* avant même que les circonstances me permettent de connaître les travaux de Forel et autres formicologues. Après avoir sectionné les antennes de quelques individus rentrant au nid, j'ai pu constater qu'ils erraient jusqu'à ce qu'ils eussent rencontré un lieu de retranchement : le joint d'une pierre reposant sur le sol, par exemple. Relevant cette pierre, la Fourmi qui s'était blottie reprenait sa fuite désordonnée vers un nouveau lieu de retraite.

Et loin de moi la pensée de conclure que ces animaux qui venaient de cesser leur marche régulière sous le coup de la douleur, se trouvaient désorientés par la suppression des antennes (1).

L'hypothèse d'une action topochique dont parle Forel, apparaît quelque peu séduisante en ce qu'elle tendrait à combler les intervalles compris entre les objets répandus sur le sol, pouvant accidentellement servir de repères, mais une continuité si quelconque d'éléments de choses, permettant l'enchaînement de fluides, reliant l'Insecte à son nid par une suite d'impressions sensorielles, n'apporte aucune explication dans le problème de l'orientation lointaine en zone inconnue ou perturbée. Comme l'a montré Fabre, par exemple, on constate le retour au nid de Fourmis amazones, après avoir fait balayer fortement et arroser leur piste.

On le voit, le comportement de la Fourmi au cours d'exercices d'orientation n'est pas loin de rappeler celui du Pigeon voyageur lâché loin de son colombier.

La vue de ces deux classes d'animaux, si différentes qu'elle soit, ne corrige pas plus la marche chez l'un que chez l'autre. Ni l'un ni l'autre ne cherchent à contourner l'obstacle. Le Pigeon voyageur s'échoue au pied de la montagne qu'il n'a pas vue, la Fourmi est obligée de gravir le brin d'herbe qu'elle heurte, si elle veut pousser plus loin sa marche en avant.

Sensibles aux perturbations de l'atmosphère, ils sentent tous les deux la pluie d'orage venir.

Leur étude menée parallèlement apporterait peut être une généralisation dans ce problème complexe de la biologie animale, qui aiderait alors à faire la lumière.

(1) Une étude conduite par Gaston Bonnier avait abouti à l'élimination de cet organe dans le processus d'orientation de l'abeille.

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

Décharges de haute-fréquence dans l'ultra-vide. — Kirchner (1) et, d'autre part, Gill et Donaldson (2), ont montré qu'un gaz, assez raréfié pour n'être plus conducteur de l'électricité, peut néanmoins devenir le siège d'une décharge de haute fréquence, dans un tube dépourvu d'électrodes intérieures. Ils ont opéré dans un tube garni d'électrodes extérieures de feuilles d'étain. Sous une tension relativement basse, ils ont obtenu une décharge brillante, avec une fréquence correspondant à 6 ou 7 mètres de longueur d'onde. Ils attribuent ces décharges, d'un caractère particulier, à une oscillation électronique, qui serait plus rapide que celle du circuit électrique.

R. W. Wood et A. L. Loomis (3) ont étudié les décharges de haute fréquence, du point de vue spectroscopique. Leur tube, à électrodes extérieures de feuille d'étain, était préalablement nettoyé avec grand soin, séché et épuisé à la pompe moléculaire Holweck. La décharge qu'ils produisent rappelle, par son aspect brillant, la décharge ordinaire à la pression d'un millimètre environ.

La pompe moléculaire restant en action pendant l'excitation du tube, le spectre bleu de l'hydrogène s'efface peu à peu, et cède la place à la décharge vert olive de l'oxygène pur, tandis que les parois du tube accusent une phosphorescence vert rubis. A l'examen spectrographique, on a reconnu les raies et les bandes de l'oxygène, avec beaucoup des raies de carbone, parmi lesquelles prédominait la double paire de raies de la région 2850 Å. En prolongeant une heure l'aspiration et l'excitation, le spectre de l'oxygène a disparu à son tour, suivi par celui du carbone, dont la double paire de raies a finalement seule persisté, au moins pour des expositions modérées. La phosphorescence rouge s'est manifestée, tant avec des tubes de verre mou qu'avec des tubes de pyrex et avec des tubes de quartz fondu.

Dans d'autres expériences, auxquelles a collaboré T. R. Merton, une phosphorescence rouge, qui n'était que faible sous une excitation de 7 mètres de longueur d'onde, s'est accentuée beaucoup quand on a excité avec une onde de trente mètres. Lorsque les expérimentateurs n'ont utilisé qu'une seule électrode, ils ont pu, au moyen d'un aimant, concentrer la lueur rouge sur la paroi, comme si des électrons partaient de l'électrode. A l'autre extrémité du tube, sous l'action de l'aimant, la lueur s'oriente vers la paroi opposée, comme si elle était provoquée par des électrons en route vers l'électrode.

Selon Wood et Loomis la phosphorescence serait liée à la présence d'ions positifs d'oxygène. Ils l'ont notée en effet au cours d'une étude spectroscopique de l'hydrogène. Cette étude avait eu lieu dans un tube très long, dont les parois avaient été, au préalable, parfaitement déshydratées par un fonctionnement prolongé, avec courant intense et aspiration continuelle. Sous l'action de la décharge, les parois ont acquis une phosphorescence rose, lorsqu'ayant épuisé à un vide élevé, on a admis un peu d'oxygène.

(1) *Annalen der Physik.*, 4,77, 1925.
(2) *Philosophical Magazine*, 2, 129.
(3) *Nature* (de Londres), 8 octobre 1927.

Wood et Loomis présument que, dans leurs expériences avec tube sans électrodes, l'oxygène a son origine dans la silice du verre. Le carbone proviendrait de la graisse du robinet d'arrêt. S. V.

Spectroscopie

Sur le spectre dit du « Nébulium ». — On sait que le spectre des Nébuleuses gazeuses contient un certain nombre de raies qui n'ont jamais été observées dans les spectres des sources lumineuses terrestres. La plupart de ces raies avaient été attribuées hypothétiquement à un élément inconnu sur la Terre, le « Nébulium ». En 1911, Nicholson avait essayé de justifier cette hypothèse; il s'était efforcé de montrer que les raies attribuées au « Nébulium » pouvaient correspondre aux vibrations d'un atome formé d'un noyau entouré, à l'état neutre, d'un anneau de 4 électrons. En 1914, Fabry, Buisson et Bourget, avaient mesuré avec précision les longueurs d'onde et les largeurs de deux fortes raies ultraviolettes du spectre du « Nebulium ». De la comparaison des largeurs de ces raies (λλ 37 26.100 et 37 28.838) et de celle de la raie Hγ, présente aussi dans le spectre des Nébuleuses, ils avaient déduit que le poids atomique de l'élément émettant ces deux raies devait être égal à 3, *si du moins la seule cause efficace de leur largeur était l'effet Döppler dû à l'agitation thermique*. Ils avaient émis l'idée que la raie verte λ 5006, 84 était peut-être due à un élément de poids atomique 2.

Depuis que s'était affirmé le succès de la classification périodique, l'existence d'éléments dont le poids atomique serait compris entre celui de l'hydrogène et celui de l'hélium était cependant assez peu vraisemblable. Tout récemment, Bowen (*Nature*, octobre 1927) a émis l'idée que l'absence de ces raies dans les spectres obtenus au laboratoire tenait peut-être à ce que, dans les laboratoires, on n'arrive pas à placer les gaz dont on excite les les spectres dans l'état de raréfaction extrême où ils doivent se trouver dans les Nébuleuses. Il résulte de considérations émises par Bowen d'une part et par Croze et Méhul d'autre part, considérations qui ont été récemment développées par les derniers auteurs devant la Société française de physique (*Bulletin de la Société française de physique*, 20 janvier 1928), qu'il semble légitime d'attribuer la plupart des fortes raies du Nébulium à l'émission d'ions N I, O II, et O III. La façon dont leur intensité varie dans les diverses classes de Nébuleuses est d'ailleurs celle qui pourrait être prévue à partir des potentiels d'ionisation de ces ions. Quant à l'objection qu'on pourrait tirer des mesures de largeur des raies, elle s'élimine si l'on considère que l'agitation thermique particulaire n'est pas la seule cause d'élargissement des raies pouvant intervenir dans les Nébuleuses. Comme l'a fait remarquer Venkatesachar (*Phil. Mag.*, 49, p. 38, 1925) on doit tenir compte de l'élargissement produit par d'absorption dans l'épaisseur même de la nébuleuse et aussi par mouvement d'ensemble des diverses parties de cette nébuleuse.

A. Bc.

Physique du Globe

La foudre et la matière fulminante. — Dans une très belle étude qu'il a publiée sur « La foudre; ses différentes formes; la matière fulminante » (*Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, novembre 1927), M. Mathias a résumé les conceptions que ses recherches l'ont amené à se faire sur cet important phénomène électrique naturel. Nous voudrions signaler ici ces conceptions si originales et si féondes.

L'éclair dit fulgurant est de l'air rendu éblouissant par le passage d'une décharge électrique naturelle. Lorsque la décharge est passée, le reste d'éclair n'est pas simplement de l'air chaud, car celui-ci n'est pas sensiblement lumineux.

M. Mathias s'est efforcé de préciser quelle est la nature du reste d'éclair et de montrer les liens intimes qui réunissent l'éclair fulgurant linéaire plus ou moins sinueux aux formes moins connues et plus rares de l'éclair en chapelet et de l'éclair sphérique.

Des observations qui ont été faites, M. Mathias conclut que l'éclair en boule, d'une teinte rouge feu, apparaît comme le reste d'un éclair qui était primitivement à peu près linéaire et blanc. Cet éclair en boule tombe lentement, d'où l'on peut conclure qu'il est plus dense que l'air. Si l'on admet qu'il se comporte en gros comme un corps optiquement noir, le fait qu'il est rouge feu indique que sa température doit être supérieure à 500° C.

M. Mathias se demande ensuite en quoi peut consister la matière dont est formé l'éclair en boule. Pour sa production, seuls l'oxygène et l'azote semblent pouvoir intervenir utilement.

La combinaison se produirait sous l'influence de l'énergie électrique libérée lors de la décharge par le passage d'une certaine quantité d'électricité naturelle passant du potentiel V au potentiel inférieur V', M. Mathias propose d'appeler *matière fulminante* le corps qui prend naissance dans ces conditions: étant formé avec absorption d'énergie, il doit être endothermique et explosif. Lorsque la température baisse par refroidissement de la matière fulminante (reste d'éclair), celle-ci devient instable et détone violemment en libérant d'un seul coup l'énergie énorme absorbée lors de sa formation. Dans cette manière de voir, le phénomène sonore du tonnerre est nécessairement consécutif au phénomène lumineux de l'éclair fulgurant.

Comme cela arrive lorsqu'il y a décomposition explosive d'un corps endothermique, la matière fulminante se réduit en ses éléments, sans trace de composés intermédiaires : formée aux dépens de l'air, elle redonne donc de l'air par décomposition.

Comme nature de la matière fulminante, on pourrait penser soit à un oxyde d'azote $N^p O^q$ soit à un produit de condensation de l'oxygène O^m, soit à un produit de condensation de l'azote N^m; les propriétés magnétiques que présente la matière fulminante à basse température obligent à rejeter l'hypothèse d'un polymère de l'azote. On pourrait hésiter entre un composé oxygéné de l'azote et un polymère de l'oxygène, plus condensé que l'ozone; les probabilités paraissent, d'après M. Mathias, en faveur du composé oxygéné de l'azote.

Suivant les cas, la matière fulminante peut se décomposer soit d'une manière progressive, sans produire aucun effet nuisible, soit d'une manière explosive. Ce dernier mode de décomposition donne naissance au tonnerre centrifuge; le premier ne produit qu'un bruit très faible.

A. Bc.

Médecine préventive

Vaccination contre la tuberculose chez les adultes qui ne réagissent pas à la tuberculine. — Un médecin norvégien, M. J. Heimbeck, vient d'essayer avec succès le vaccin antituberculeux de M. A. Calmette sur des adultes ne réagissant pas à la tuberculine, c'est-à-dire se trouvant dans des conditions analogues à celles des nouveau-nés indemnes de tuberculose. Ses observations ont porté sur des jeunes femmes ou jeunes filles suivant les cours de l'Ecole d'infirmières de l'Hôpital Ulleval à Oslo; toutes ces élèves, dès le début de leurs études, doivent accomplir des

stages dans les services de tuberculeux. Toutes ces jeunes femmes sont soumises, aussitôt après leur entrée, à la cuti-réaction tuberculinique; grâce à cette mesure, il fut possible d'établir que 23 pour cent seulement des élèves à cuti-réaction positive contractèrent la tuberculose, tandis que 23 pour cent de celles qui n'avaient pas réagi à la tuberculose furent atteintes d'affections bacillaires. Les sujets à réaction positive résistent donc mieux à l'infection tuberculeuse que les sujets à réaction négative.

Les élèves-infirmières de cette dernière catégorie étant, par leur service, menacées de contracter la tuberculose, M. J. Heimbeck pensa que la vaccination par le BCG, complètement inoffensive pour les sujets indemnes, déterminerait chez ces jeunes femmes l'état spécial de résistance qui se traduit par une réaction tuberculinique positive. Le tube digestif des adultes n'ayant pas la même perméabilité que celui des nouveau-nés, il était impossible de les vacciner par la voie buccale, aussi M. Heimbeck, après un essai sur lui-même, adopta l'injection sous-cutanée d'une dose de 0 milligr. 05 de vaccin (*Annales de l'Institut Pasteur*, février 1928, p. 170).

En janvier dernier, 522 sujets à cuti-réaction négative, avaient été ainsi inoculés. Dans 16 cas seulement il eut formation, au point d'inoculation, d'un petit abcès froid guérissant très vite. Aucun vacciné ne présenta de symptôme d'ordre général. La cuti-réaction positive apparut en 2 à 4 mois chez la plupart des sujets; après 20 mois, elle se maintenait encore positive. Pour juger de l'efficacité de la méthode les résultats fournis par les élèves-infirmières d'Ulleval sont particulièrement intéressants en raison du constant danger d'infection auquel ces jeunes femmes sont exposées. En effet, après un an, sur 12 infirmières non vaccinées il y avait déjà 4 cas d'infection tuberculeuse, alors que les 44 vaccinées restaient parfaitement indemnes. Quand on songe qu'en 1924, sur 51 élèves à *cuti-réaction négative* il y eut 5 infectées de tuberculose, qu'en 1925 sur 72, il y eut 8 cas de tuberculose et qu'en 1926 sur 62 élèves il y en eut 11 qui furent infectées par le bacille tuberculeux, on ne peut s'empêcher d'admettre que c'est la seule vaccination par le BCG qui a protégé les 44 vaccinées de 1927.

C'est là un fait dont il est à peine besoin de souligner l'importance. Si les expériences en cours le confirment définitivement, sur un très grand nombre de vaccinés, les conséquences de l'admirable découverte du Prof. A. Calmette dépasseront tout ce que pouvaient prévoir les médecins et les hygiénistes les plus optimistes.

ALB. B.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Navigation

Le lancement des navires sur double coulisse. — L'accroissement des dimensions des navires modernes a sa répercussion, non seulement sur les procédés de la construction proprement dite, mais sur la technique de toutes les opérations qui s'y rattachent en particulier sur celle du lancement, ou mise à l'eau.

On sait que les navires sont construits sur des cales inclinées, établies perpendiculairement au rivage. Pendant tout le cours d'une construction, la coque repose sur la cale par l'intermédiaire d'empilages de bois disposés, de distance en distance, sous la quille, et appelés *tins*. Pour la mise à l'eau, il s'agit de faire en sorte que le navire repose, non plus sur les tins, mais sur un charpentage, appelé *berceau*, capable de se déplacer le long d'un chemin de glissement, établi tout le long de la cale et se prolongeant sous l'eau sur une longueur suffisante. Ce berceau se compose essentiellement de poutres de bois longitudinales, solidaires du navire, dites *savates* et pouvant glisser le long de *coulisses* fixées à la cale.

Le système le plus simple consiste à utiliser une savate *unique*, placée sous la quille, dans l'axe de la coque, et que l'on substitue, tronçon par tronçon, aux tins de construction. Ce dispositif, encore très employé et qui constitue la règle pour les navires de faible et moyen tonnage, exige, pour les grandes constructions, des cales assez solides pour supporter sans affaissement la charge concentrée sur la coulisse. Il peut conduire, en outre, à des largeurs de savate excessives. Aussi le lancement sur deux coulisses, symétriques par rapport à l'axe, selon la disposition de la fig. 182, représente-t-il le procédé le plus intéressant pour l'avenir. Il est déjà en usage depuis fort longtemps en Angleterre, où l'on a coutume de lancer les navires à un degré d'achèvement plus avancé, et dans quelques-uns de nos plus grands chantiers, ainsi les Forges et Chantiers de la Méditerranée, et la Société Provençale de Constructions navales, à La Ciotat. Ce dernier établissement a précisément lancé, avec un plein succès, le 3 juin dernier, un grand paquebot, l'*Eridan*, pour les *Messageries Maritimes*, événement important pour notre industrie nationale, du fait de l'attention favorable qu'il ne peut manquer d'attirer sur la valeur de notre outillage.

L'établissement d'une double coulisse, plus compliqué et plus coûteux sans doute, permet en outre de donner au chemin de glissement une pente supérieure à celle de la cale, ce qui facilite à la fois et la mise à l'eau et la construction elle-même, qui peut être entreprise sur un plan plus voisin de l'horizontale.

Le lancement d'un navire donne lieu à mainte difficulté technique : la plus grosse ne réside pas, comme on serait

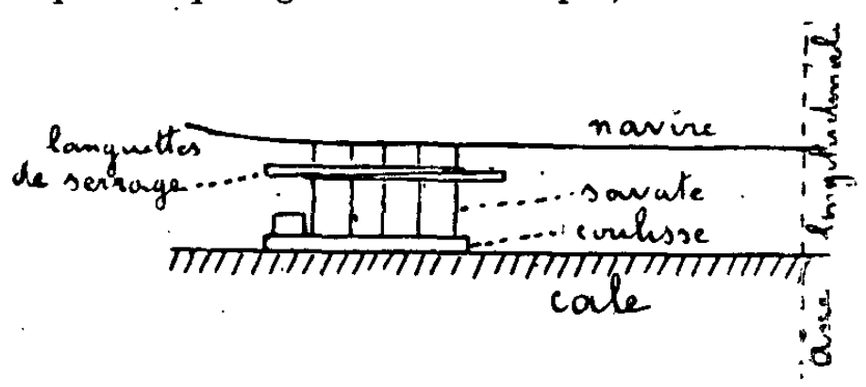


Fig. 182.

d'abord tenté de le croire, dans la mise en mouvement et le guidage de la masse glissante, mais dans la substitution progressive, comme support du navire, du berceau aux tins de construction, de façon à éviter tout dénivellement ou à-coup dangereux, qui risquerait de faire travailler excessivement les liaisons de la charpente. Ces opérations, lentes et minutieuses, se prolongent jusqu'au moment même du lancement.

Le navire doit se mettre en mouvement par le seul effet de son poids; mais il peut arriver que le coefficient de frottement au départ atteigne un valeur exagérée, du fait d'une altération de la couche de graisse interposée entre les surfaces frottantes. On utilise en ce cas un appareil de poussée, constitué ordinairement par un ou deux vérins hydrauliques. Il convient de prévoir encore des moyens de retenue suffisants pour arrêter, en temps voulu, le na-

vire une fois à flot. On dispose ainsi un *masque*, surface plane transversale fixée à l'arrière (les navires sont lancés par l'arrière,qui entre le premier dans l'eau) et qui oppose une résistance notable à la marche. Dans le cas de l'*Eridan*, ce dispositif était complété par l'entraînement d'une masse considérable de paquets de chaînes, dont le frottement sur le sol absorbait une fraction d'énergie suffisante pour réaliser l'arrêt dans un temps extrêmement court.

L'*Eridan* est un paquebot mixte de 135 m. de longueur entre perpendiculaires, sur 18 m. 65 de largeur. D'un poids de 4.000 tonnes au lancement, il doit déplacer en service 13.770 tonnes, pour un tirant d'eau de 8 m. Son appareil moteur comprendra deux Diesel-Sulzer, à 8 cylindres, développant au total 6.000 CV., à 110 tours. La vitesse d'essais doit être de 15 nœuds 5. Ce navire, dont le poids en lourd atteindra plus de 7.000 tonnes (il est destiné à la ligne d'Australie, qui comporte un trafic important de laines) pourra contenir 584 passagers, auxquels il offrira des conditions de confort tout à fait remarquables. Ce sera l'une des belles unités de notre flotte commerciale de demain.

Louis Basso.

Mines

Les phosphates de Nauru et des îles d'Océanie. Leur exploitation. — L'exploitation des phosphates de Nauru est très active, et dépasse déjà un demi-million de tonnes par an. Voici les exportations des trois derniers exercices finissant le 30 juin :

1924-25	470.700 tonnes
1925-26	391.700 —
1926-27	593.300 —

En 1925-26, le mauvais temps avait gêné les opérations d'extraction et d'embarquement, en 1926-27 on a eu au contraire un temps très favorable.

De ce phosphate 135.000 ont été envoyées en Nouvelle-Zélande.

Des installations de chargement vont être faites pour pouvoir accroître l'exportation. La construction d'un chargeur cantilever est confiée à Mrs Henry Simon Ltd, de Manchester, ainsi qu'une jetée en acier. Ces travaux exigeront deux années et une dépense de 250.000 liv. st.

L'appareil chargeur qui déversera les phosphates directement dans les navires sera muni de transporteurs en caoutchouc d'une capacité de 600 tons par heure.

(D'après *The New-Zealand Journ. of agriculture*, oct. 1927).

L. R.

Statistique

Le service de télégraphie sans fil entre l'Angleterre et les Indes. — Les stations de télégraphie sans fil installées à Grimsby et à Skegness pour le service des Postes, pour la communication télégraphique entre l'Angleterre et les Indes, viennent de subir leurs sept jours d'essai et vont être reçues par le service des Postes. Durant les essais, on a maintenu la vitesse de 130 à 150 mots par minute pendant 18 à 21 heures par jour; ces chiffres sont bien supérieurs à ce qu'on avait prescrit, les prescriptions demandaient, en effet, une vitesse minimum de 100 mots par minute durant une période moyenne de 12 heures par jour. Quand ce service des Indes sera ouvert au trafic régulier, le projet qu'on avait fait de relier l'Angleterre avec le Canada, l'Australie, l'Afrique du Sud et les Indes par un service de télégraphie sans fil à grande vitesse sera réalisé. Cet achèvement, cependant, ne limite nullement les développements ultérieurs dans les communications de l'Angleterre et de ses colonies. Les derniers essais ont montré qu'on pouvait très bien avoir des communications téléphoniques sans fil, simultanément avec des communications télégraphiques et suivant les prévisions de la Société Marconi, il est probable qu'avant 1929, les abonnés anglais du téléphone pourront demander les abonnés des colonies. (*Engineering*, 2-9-27).

E. P.

Industrie

L'exploitation des souches de bruyères pour la fabrication des pipes. — Une étude documentée due à M. Aug. Chevalier et publiée dans la *Revue de botanique appliquée* (oct. et nov. 1927) est consacrée à l'*Erica arborea* et à l'exploitation de ses souches en divers pays, notamment en Algérie, en Tunisie, en Corse.

La fabrication des « ébauchons » de pipes était détenue en majeure partie par l'Italie. En 1906, cette industrie fut implantée en Algérie où la bruyère vit dans les parties montueuses des forêts de chêne-liège. L'Algérie produit maintenant 30.000 à 60.000 quintaux d'ébauchons chaque année. Cette industrie emploie temporairement plus de 1.200 ouvriers, et elle a exporté d'Algérie plus de 11.000.000 de francs de produits en 1925. De Tunisie on en a exporté en 1926 pour plus de 1.700.000 francs. En Corse, où l'*Erica arborea* vit dans le maquis en compagnie des essences dont le couvert est léger, Chêne-liège et Pin maritime, on produit une assez grande quantité d'ébauchons, toutefois en décroissance (près de 5.000 quintaux en 1926). Le midi de la France produit une certaine quantité d'ébauchons. L'Espagne n'en fournit presque plus depuis que la peseta se trouve à un cours très élevé. L'Italie en produit une quantité importante utilisée par les industries italienne et allemande.

Les produits de l'Afrique du Nord vont en grande partie à Saint-Claude, dans le Jura, où l'industrie de la fabrication des pipes a atteint un grand développement et une remarquable perfection. Les Etats-Unis qui font à Saint-Claude une concurrence très sensible reçoivent une partie des ébauchons d'Algérie et de Tunisie.

La fabrication des pipes, à Saint-Claude, a été exposée dans la *Revue Internationale des Tabacs* (juin 1926) elle exige un séchage et un triage particulièrement soignés des ébauchons livrés par les producteurs. Les ébauchons sont des morceaux de souches de bruyère découpés en parallélépipèdes, dans lesquels on tournera les pipes, les innombrables pipes, les 8.400.000 pipes que le monde absorbe chaque année et dont les 2/3 sortent de Saint-Claude.

L'industrie de la pipe n'utilise pas que la souche de bruyère : le caoutchouc, l'ébonite, la corne blonde, et l'ambre entrent dans la fabrication, selon les modèles. En outre la bruyère, le cerisier, le buis et l'ébène sont quelquefois utilisés.

La conservation des peuplements d'*Erica arborea* de nos forêts métropolitaines ou africaines préoccupe le Service des Forêts qui réglemente leur exploitation. Cela est d'autant plus nécessaire que la croissance de la bruyère est très lente. M. Chevalier signale à titre d'exemple, un pied d'*Erica lusitanica*, espèce très voisine, observé à Brest au Jardin Botanique de l'Hôpital de la Marine. Ce pied qui mesure 4 à 5 m. de hauteur avec un tronc de 15 à 20 cm. de diamètre pourrait fournir plusieurs beaux ébauchons, mais il est plus que centenaire (planté en 1827). C'est dire avec quel soin il est nécessaire de veiller à la conservation des bruyères de nos forêts.

L. R.

Agriculture

Culture du tabac en Algérie et au Maroc. — Dès 1832, de Brivazac, commissaire du roi et juge à Bône, signalait dans son ouvrage de l'Algérie et de sa colonisation que la quantité de tabac apportée par les indigènes sur le marché de Bône prouve que cette culture est importante.

Aussi, les colons s'adonnèrent-ils à cette culture que, « de 12 hectares en 1845, ils portèrent à plus de 6.500 hectares en 1859, produisant plus de 64.000 quintaux de tabac, soit plus du tiers de la quantité récoltée dans la métropole vers 1910 la culture s'étendait sur environ 12.000 hectares.

En 1924, elle atteignait 22.000 hectares, la production était de 175.000 quintaux, réduite par la sécheresse, car en 1921, 22.000 hectares avaient donné 227.000 quintaux.

Après s'être étendues jusqu'à 32.000 hectares en 1925, les plantations ont été réduites à 22.000 en 1926.

Les départements d'Alger et de Constantine se partagent par moitié, à eux seuls, presque toute cette culture.

M. Ducellier, professeur à l'Institut Agricole d'Algérie, a donné dans la *Revue Internationale des Tabacs* (juin 1927), une étude très documentée sur cette culture.

Au Maroc, d'après des informations de la *Revue Internationale des Tabacs* de septembre-octobre 1927, la Régie a autorisé dans certaines régions seulement des cultures d'essais.

En 1926, 60 hectares environ furent cultivés avec un rendement à l'hectare de 761 kgr. pour le tabac à fumer et de 1.518 pour le tabac « zlag ».

Les territoires où cette culture a été localisée en 1926 et 1927 sont : le Gharb, Rabat, la Chaouïa, et Marrakech.

L. R.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 30 mai 1928

ÉLASTICITÉ. — *Belzecki* (prés. par M. Mesnager). — **Sur l'équilibre d'élasticité d'un prisme rectangle.**

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *A. Portevin* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Influence des divers facteurs sur les tensions internes d'étirage.**

La valeur et la répartition des efforts internes, dans l'étirage à froid, peuvent être influencés par de multiples facteurs que l'auteur étudie dans cette Note : 1° avant l'étirage, par l'état initial : recuit, laminé à froid, trempé ; 2° pendant l'étirage, par les conditions de l'opération : importance de la réduction de diamètre ou passe d'étirage, diamètre de la barre, nombre de passes, vitesse d'étirage, forme des filières, graissage, etc. ; 3° après étirage, par les opérations mécaniques ou thermiques ultérieures : dressage, usinage, recuit.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Riou* et *A.-P. Bérard* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur la vitesse d'absorption du gaz sulfureux par l'hydrate de magnésium.**

La vitesse d'absorption diminue avec l'augmentation de la concentration en $Mg(OH)^2$. Elle diminue également avec l'élévation de la température, loi générale qui s'applique à tous les composés du calcium et du magnésium étudiés par l'auteur.

L. Franchet.

LITHOLOGIE. — *A. Lacroix.* — **Sur une nouvelle région de roches intrusives néphéliniques à Madagascar.**

Il s'agit d'une quatrième région de roches intrusives néphéliniques située, celle-là, au milieu des gneiss de la côte orientale de la Grande Ile. Une syénite néphélinique, de la province de Farafangana, est hétérogène, mi-partie à grain moyen, mi-partie à grain fin, mais il s'agit là de faciès de variation d'une même roche. Une autre roche est une micro-essexite. Ces deux roches et le granite à ægyrine constituent un tout dont l'ensemble et le détail sont identiques à ce qui est réalisé dans la province lithologique d'Ampasindava. Structuralement le granite présente tous les caractères des roches intrusives de consolidation peu profonde de cette série postjurassique, et probablement crétacée ; en outre, la syénite néphélinique du nouveau gisement en question présente les caractères feldspathiques de ces mêmes roches.

P. Guérin.

Séance du 4 juin 1928.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *E. Goursat.* — **Sur un problème de Monge à plusieurs variables indépendantes.**

— *Remes* (prés. par M. Goursat). — **Sur les solutions des équations différentielles, considérées comme fonctions du point initial.**

— *J. Delsarte* (prés. par M. Goursat). — **Sur un groupe de rotations fonctionnelles à un paramètre et sur les équations aux dérivées fonctionnelles qui y sont attachées.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *G. Rempp* prés. par M. Bigourdan). — **Sur la comparaison des résultats météorologiques et des effets du hasard.**

THÉORIE DES NOMBRES. — *J. Popken* (transm. par M. Emile Borel). — **Sur la nature arithmétique du nombre *e*.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Hlavaty.* — **Sur la seconde forme fondamentale relative à l'affineur de torsion.**

ÉLASTICITÉ A DEUX DIMENSIONS. — *A. Mesnager.* — **Pièce rectangulaire subissant des pressions normales sur ses bases.**

ÉLASTICITÉ. — *C.-A. Garabedian* (prés. par M. Mesnager). — **Sur les plaques épaisses circulaires et rectangulaires chargées au centre.**

ASTRONOMIE MATHÉMATIQUE. — *P. Swings* (prés. par M. H. Deslandres). — **Sur les rapports entre les potentiels riemanniens et les formes quadratiques différentielles des champs stationnaires à symétrie sphérique.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *M. Thomas* (prés. par M. L. Lecornu). — **Sur un nouveau dispositif utilisant sans chute les courants liquides ou gazeux ainsi que ceux de la houle.**

La machine rotative, décrite par l'auteur, solidaire d'un chariot monté sur roues, a permis la propulsion de l'appareil contre le vent avec la seule aide de ce dernier. Montée sur un radeau avec des roues à aubes, la même machine, s'est propulsée elle-même contre le courant d'une rivière avec la seule aide de ce courant. Enfin, un bateau de 11 m. de long, muni de deux machines semblables de 5 m. de hauteur, actionnant une hélice marine, s'est propulsé facilement dans tous les sens, contre le vent et contre le courant.

AVIATION. — *L. Bréguet* (prés. par M. Rateau). — **L'atterrissage et le freinage des avions.**

Dans cette Note, l'auteur démontre l'importance des procédés de freinage d'un avion, sur l'air et au sol, au point de vue de la facilité et de la sûreté de l'atterrissage.

Il étudie ce qu'il appelle le *freinage sur l'air*, dispositif permettant au pilote d'augmenter à volonté, dans certaines conditions, les résistances à l'avancement de l'avion. Quant au freinage pendant le roulement sur le sol, il est obtenu à la fois par les moyens de freinage sur l'air et par le freinage sur les roues et béquilles.

ASTRONOMIE. — *A. Danjon* (prés. par M. A. Cotton). — **Description d'un photomètre stellaire visuel à œil-de-chat.**

La photométrie stellaire visuelle est considérée comme ne donnant qu'une précision du vingtième ou du dixième. L'instrument établi par M. Danjon permet d'effectuer 100 points en 20 minutes et l'erreur moyenne d'une série n'est que de 0 m. 006. Il est, en outre, susceptible d'être utilisé comme photomètre à brillance.

ASTROPHYSIQUE. — *S.-B. Nicholson* et *N.-G. Perrakis* (prés. par M. H. Deslandres). — **Preuve spectroscopique de la présence du bore dans le soleil.**

Cette Note résume les recherches qui ont permis de retrouver le bore dans le Soleil, ou plus précisément dans les taches solaires. Les plus fortes bandes du spectre moléculaire du bore étant situées dans le vert, les auteurs ont comparé la région (λ 4645-5137) du spectre d'arc de l'acide borique obtenu à l'aide du spectrographe de 15 pieds, à la même région du spectre des taches, fourni par le spectrographe de 75 pieds de la grande Tour-télescope de l'Observatoire du Mont-Wilson. L'intervalle étudié était donc de 500 Å environ.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *E. Mathias.* — **Mesures magnétiques dans la Creuse, la Dordogne et la Haute-Vienne.**

Ces mesures comprennent 42 stations dont 14 sont des stations de Mœureaux et 28 des stations nouvelles. Comparées à celles de Mœureaux, elles donnent pour la variation séculaire entre le 1er janvier 1896 et le 1er janvier 1922 des différences très concordantes, sauf à Bellac et à St-Sulpice-Laurière. Les valeurs moyennes de ces différences, pour D, I, H, sont respectivement :

$$-2°53'.5 \qquad -47'.7 \quad \text{et} \quad 279\gamma.$$

Un tableau donne les mesures ramenées au 1er janvier 1922.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *C. Dauzère* et *J. Bouget* (prés. par M. Brillouin). — **Influence de la constitution géologique du sol sur les points de chute de la foudre.**

A propos des ravages occasionnés par la foudre les 11 juin 1927 et 17 avril 1928, les auteurs donnent des phénomènes observés deux explications :

1° Les lieux foudroyés sont ceux dont le sol présente une conductibilité électrique plus grande que celle des lieux environnants.

2° La foudre suit dans l'air le chemin le moins résistant, c'est-à-dire le plus ionisé; les lieux foudroyés sont ceux dans lesquels l'ionisation de l'air est la plus grande.

GÉODÉSIE. — *P. Helbronner.* — **Déviations de la verticale dans les Alpes françaises.**

Le principe du choix des stations a consisté à fixer cinq lieux d'occupation écartés les uns des autres d'une centaine de kilomètres en latitude, de façon à diviser en quatre segments à peu près égaux l'intervalle compris entre le Léman et le sémaphore de Porquerolles à l'extrémité méridionale de l'enchaînement.

Une carte explicative est annexée à la Note.

OPTIQUE. — *J. Cabannes* et *P. Daure* (prés. par M. Fabry). — **Analyse spectroscopique de la lumière obtenue par diffusion moléculaire d'une radiation monochromatique au sein d'un fluide.**

Un récent travail de Raman vient d'attirer l'attention sur le phénomène de diffusion moléculaire de la lumière. La radiation incidente est modifiée par diffusion : on peut observer d'une part un changement de longueur d'onde et un élargissement de la raie excitatrice; d'autre part, l'apparition de tout un spectre de diffusion liée à la fréquence de la radiation excitatrice et à la nature chimique du fluide (effet Raman).

Dans cette Note les auteurs exposent les résultats expérimentaux obtenus, d'une part, par M. Cabannes à l'aide d'un étalon interférentiel, d'autre part, par M. Daure avec un spectrographe très lumineux à deux prismes de flint.

— *A. Cotton.* — **Remarques à propos de la Note de MM. Cabannes et Daure sur la diffusion moléculaire.**

Il apparaît à l'auteur que les faits très importants que viennent de découvrir M. Raman, puis Cabannes et Daure doivent être rapprochés des phénomènes de fluorescence et de résonance optique trouvés en 1908, sur des milieux optiques différents, par M. Wood. Si les mots employés pour désigner les phénomènes sont différents, il y a en réalité, entre les faits observés des analogies frappantes que l'auteur met en lumière.

— *S. Pienkowski.* — **Fluorescence de la vapeur de mercure excitée électriquement.**

L'excitation optique de la vapeur attaque les atomes du mercure à l'état 2^3P_1. L'étude du spectre de cette fluorescence montre, avant tout, les raies $2^3S—2^3P_2$ et $2^3S—2^3P_1$, qui apparaissent avec une forte intensité. Les modifications subies par l'atome de mercure semblent donc très claires. La décharge électrique fournit un certain nombre d'atomes à l'état 2^3P_1; l'excitation par la raie $2^3S—2^3P_1$ les amènent ensuite à l'état 2^3S. L'émission de la fluorescence est liée au retour de l'atome de ce dernier à l'état normal.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *J.-J. Trillat* (prés. par M. M. de Broglie). — **Recherches spectrographiques sur l'emboutissage des tôles.**

Ces recherches ont conduit l'auteur à des conclusions intéressantes, notamment qu'il est possible de mettre en évidence et d'apprécier les effets d'orientation dûs à l'emboutissage; ce dernier provoque un alignement de microcristaux du métal, tel qu'une des directions des cubes devient un axe de fibres. L'effet d'orientation est surtout intense dans les régions de fortes courbures et s'accompagne d'une diminution considérable de la grosseur de grains; plus les courbures sont accentuées, plus les tensions internes dues à l'emboutissage sont marquées. Dans les régions non déformées, il n'apparaît plus, à partir d'une certaine distance de ces régions, d'effets d'orientation, ni de tensions internes.

ÉLECTRO-CHIMIE. — *L. Andrieux* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur la préparation par électrolyse, des borures de calcium, de strontium et de baryum.**

Ces trois borures ont été préparé en électrolysant vers 1.000° les borates de calcium, de strontium et de baryum additionnés de fluorures correspondants. Ils ont respectivement pour formules CaB^6, SrB^6, BaB^6 et possèdent les mêmes propriétés que ceux décrits par Moissan et Williams.

ÉLECTRICITÉ. — *F. Joliot* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur la résistivité des couches métalliques minces obtenues par pulvérisation cathodique.**

L'auteur a effectué ses expériences sur des films de platine déposés sur verre par pulvérisation cathodique. Les valeurs de la résistivité semblent varier suivant les

conditions de la pulvérisation. A épaisseur constante, du métal. La résistivité diminue lorsqu'on élève la tension anode-cathode; à une tension plus grande correspond un bombardement électronique du support et par suite une plus grande température de celui-ci.

Les résultats des expériences sont exposés à l'aide de figures.

— *Soulié* (transm. par M. Blondel). – **Sur un dispositif permettant de maintenir constante la tension d'alimentation d'un récepteur branché sur un réseau à courant alternatif.**

Le courant à haute tension reste sensiblement constant dans l'ampoule quand son filament est relié au système stabilisateur de l'appareil, c'est-à-dire au condensateur, cela malgré des variations de tension du réseau pouvant atteindre 30 à 40 p. 100. Sans le stabilisateur, on obtient des variations considérables du courant rendant l'application des rayons X fort difficile.

PHOTOMÉTRIE. — *A. Blondel*. — **Sur la mesure de la brillance des surfaces diffusantes.**

L'auteur définit la technique de la mesure de la brillance des surfaces diffusantes. Il définit les unités à employer, décrit l'étalon secondaire qu'il a réalisé et donne la définition du facteur de brillance. Il indique comment on peut mesurer le facteur de brillance normale, par la méthode directe et par la méthode de comparaison.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *G. Claude* et *P. Boucherot*. — **Sur l'utilisation thermique des mers.**

Les auteurs exposent les résultats des essais faits en présence de plusieurs membres de l'Académie des Sciences, à Ougrée. Ils décrivent à l'aide d'une figure les principes sur lesquels repose cette installation et qui sont ceux qui ont été indiqués dans les communications précédentes. Les résultats, qui sont donnés dans un tableau, montrent l'erreur de ceux qui pensaient que les services auxiliaires absorberaient bien plus que la totalité du travail fourni par la turbine. De nombreuses questions restent encore à étudier, mais on peut prévoir que l'utilisation thermique des mers pourra être réalisée au point de vue pratique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Bary* (prés. par M. A.-Th. Schlœsing). — **Sur la formation de filaments d'oxyde ferrique par dessiccation de solutions colloïdales.**

Une petite quantité de solution colloïdale d'oxyde ferrique préparée dans les conditions indiquées par l'auteur et versée dans une capsule et évaporée dans une étuve à 50-60°, on obtient un résidu qui se présente sous la forme de filaments plus ou moins gros, disposés radialement et se terminant par une partie centrale amorphe. Si la solution obtenue a été soumise à une dialyse plus prolongée, les filaments seront rayonnants. L'aspect de ces dépôts pourrait être dû à ce fait que les particules en suspension dans l'eau de la solution ont la forme de bâtonnets de très petit diamètre qui, attirés vers la ligne de raccordement du liquide au contact de la capsule, par suite des actions capillaires, s'accumulent jusqu'à donner les filaments parallèles décrits et figurés dans cette Note.

— *M. Auméras* (prés. par M. H. le Chatelier). — **Sur la solubilité du sulfure de cadmium dans l'acide chlorhydrique.**

Les résultats exposés dans des tableaux montrent que la loi de solubilité du sulfure de cadmium dans HCl, en solution étendue et à la température de 16° peut être représentée par l'équation d'équilibre :

$$(HCl) = 970 \sqrt{(H^2S)\ (Cd\ Cl^2)}$$

(HCl), (H^2S) et ($Cd\ Cl^2$) désignent les concentrations totales en acide chlorhydrique, acide sulfhydrique, et chlorure de cadmium.

— *P. Rion* et *L. Lortie* (prés. par M. Le Chatelier). — **Influence de quelques substances colloïdales sur la vitesse d'absorption du gaz carbonique par les solutions de carbonate neutre de sodium.**

Les auteurs étudient l'influence de l'addition à la solution absorbante de substances colloïdales plus ou moins visqueuses ne précipitant pas par le carbonate de sodium. Les résultats obtenus avec le peptone, la pepsine, l'amidon soluble et la gélatine sont exposés dans des tableaux.

La viscosité n'est pas le facteur principal qui influe sur la vitesse d'absorption. Toutes les substances étudiées jusqu'à une concentration d'environ 1/8 de gramme pour 100 cm^3 de solution diminuent rapidement cette vitesse. Quant on est parvenu à ce point, on peut augmenter considérablement la concentration sans pour cela que la vitesse augmente ou diminue.

— *P. Job* (prés. par M. G. Urbain). — **Application de la méthode spectrographique et de la méthode spectrophotométrique à l'étude de l'hydrolyse de quelques sels alcalins.**

Ces méthodes peuvent être appliquées à une réaction quelconque entre deux corps en solution, à condition que le spectre d'absorption des produits de cette réaction diffère suffisamment de celui des corps initiaux. Elles permettent la mesure de la constante d'hydrolyse des sels alcalins d'un acide, ou, ce qui revient au même, de la constante de dissociation de cet acide chaque fois que le spectre d'absorption de la molécule entière de l'acide différera de son ion négatif. Ou bien l'on étudiera les mélanges en proportion variable d'une solution de l'acide et d'une solution alcaline : on choisira ce procédé si le sel alcalin est plus absorbant que l'acide; ou bien on étudiera les mélanges d'une solution d'un sel alcalin de l'acide et d'une solution d'un acide fort : ce procédé sera utilisé si l'acide absorbe la lumière plus fortement que son sel.

— *Mlle Choucroun* (prés. par M. J. Perrin). — **Perméabilité sélective des membranes. Influence de la mobilité des ions sur la polarisation.**

Si l'on sépare deux solutions inégalement concentrées d'un même électrolyte par une membrane « chargée », la membrane n'est polarisée de façon appréciable que si l'ion, chargé du même signe qu'elle, a une mobilité à peu près égale, ou supérieure, à celle de l'autre ion associé.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *R.-F. Le Guyon* et *R.-F. Auriol* (prés. par M. C. Matignon). — **Microtitrage des cations plomb et des anions chromiques par centrifugo-volumétrie.**

M. Guyon a indiqué (*C. R.* 183, 1926, p.361), sous le nom de centrifugo-volumétrie, un procédé permettant de faire des dosages volumétriques en utilisant des réactions de précipitation totale pour lesquelles il n'existe pas d'indicateur coloré indiquant le terme de la réaction.

Les auteurs démontrent que dans le cas du titrage du plomb, le principe de la centrifugo-volumétrie se trouve entièrement vérifié.

La méthode permet de titrer les ions chromiques par une solution titrée de nitrate de plomb.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Brenans* et *Ch. Girod* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Phénols chloroidés obtenus avec les acides chloro-5 et dichloro-3. 5-salicyliques.**

L'action de l'iode et de la soude sur l'acide chloro-5-salicylique a fourni le chloro-4-diiodo-2.6 phénol. L'action du même réactif sur l'acide dichloro-3.5-salicylique a don-

né le dichloro-2.4-iodo-6-phénol, composé nouveau dont les auteurs donnent le mode d'obtention ainsi que les propriétés de ces phénols et de leurs dérivés éthylés et acétylés.

— *A. Wahl* et *J.-P. Sisley* (prés. par M. Matignon). — **Perfectionnements apportés à la méthode d'analyse organique élémentaire.**

Les auteurs ont cherché à réaliser une méthode intermédiaire entre la méthode microanalytique et l'ancienne. Ils ont utilisé la technique classique en n'utilisant que le minimum de matière compatible avec la précision des dosages, soit de 80 à 100 mg. Ils décriront ultérieurement la méthode opératoire.

— *J.-B. Senderens* et *J. Aboulenc*. — **Action de l'acide sulfurique sur les acides aromatiques; acides sulfo-aromatiques.**

La dissolution des acides aromatiques dans une quantité convenable d'acide sulfurique à 66°B. se fait à froid ou en chauffant légèrement. Additionnée d'eau cette solution laisse déposer l'acide aromatique inaltéré, en sorte que si après l'opération, l'eau ne donne pas de précipité, c'est que l'acide a été totalement transformé.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *A. Léauté* et *G. Dupont* (prés. par M. Charpy). — **Sur un procédé de déshydrogénation partielle de certains hydrocarbures pour les rendre aptes à agglomérer les charbons.**

Il est possible de déshydrogéner partiellement le goudron, le fuel-oil, l'huile de houille, en présence du soufre, sans laisser dans l'hydrocarbure une proportion de soufre qui, dans l'aggloméré où cet hydrocarbure sert de liant corresponde à plus de 1 p. 1.000 du poids de l'aggloméré. La viscosité du liant est considérablement accrue par cette déshydrogénation.

SÉISMOLOGIE. — *M. Jelenko* (prés. par M. Bigourdan) — **Les grands tremblements de terre en Bulgarie en 1928**

L'auteur décrit les secousses des 14 et 18 avril.

L. Franchet.

BIOLOGIE. — *Ch. Gravier* et *J.-L. Dantan*. — **Sur quelques points de la biologie des Annélides Polychètes de la famille des Néréidiens.**

Grâce à des matériaux récoltés dans des pêches nocturnes à la lumière dans la baie d'Alger, les auteurs ont pu élucider quelques points du mécanisme, chez ces Annélides, de la ponte chez les femelles et de l'évacuation des éléments fécondants chez les mâles.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Gabriel Bertrand* et *Hirosi Nakamura*. — **Sur l'importance du manganèse pour les animaux.**

Le manganèse, partout présent chez les plantes, est indispensable au développement de la matière végétale. Les nouveaux résultats consignés dans cette Note s'accordent avec l'idée que le manganèse, partout présent chez les animaux, intervient aussi dans l'ensemble des échanges nutritifs de la matière animale.

LITHOLOGIE. — *Jacques de Lapparent* (prés. par M. P. Termier). — **Connaissance minéralogique des bauxites du Pays de Fenouillet.**

Qu'elles soient pauvres ou riches en fer, qu'elles soient blanches, verdâtres ou rouges, ces bauxites sont essentiellement des *bauxites à diaspore*. Les cristaux de diaspore sont répartis dans toute la masse de la roche, dans les pisolites ou dans leur matrice.

BOTANIQUE. — *G. Nadson* et *G. Philippov* (prés. par M. Molliard). — **De la formation de nouvelles races stables chez les champignons inférieurs sous l'influence des rayons X.**

L'action des rayons X sur *Zygrochynchus Möller*i provoque le dédoublement de la culture en deux races avec formation de ce que l'on appelle ordinairement secteurs-mutants. Si la race *foncée* est identique à la race initiale, la race *orange*, par contre s'en distingue profondément. En trois ans et demi, les auteurs ont obtenu par réensemencements plus de 95 générations qui, placées dans des conditions différentes, ont toutes conservé les caractères acquis sous l'influence des rayons X.

CRYPTOGAMIE. — *Roger Heim* (prée. par M. L. Mangin). — **Observations préliminaires sur le genre *Inocybe*.**

Il n'est pas possible d'apporter dans le genre *Inocybe* une valeur spécifique rigide aux caractères tirés de la présence des cystides et même de la forme ou des dimensions des spores : l'identité morphologique n'est pas obligatoirement liée à une identité anatomique. Il semble donc que, chez les *Inocybe*, les limites assignées à l'espèce devront être élargies.

HISTOLOGIE. — *Georges Nichita* (prés. par M. Ch. Gravier). — **La pseudobranchie de *Girardinus Guppyi*.**

Cette pseudobranchie est un organe glandulaire complexe de très petite taille, situé en avant des branchies, de chaque côté de la ligne médiane et dans la partie craniale de la cavité sous-operculaire. Eloigné de la cavité branchiale, il n'a aucune liaison avec l'épithélium de surface.

La structure de la pseudobranchie de *Girardinus Guppyi* témoigne d'un stade évolutif très avancé de cet organe des poissons vers une parfaite glande à sécrétion interne.

PHYSIOLOGIE. — *Béhague, Garsaux* et *Ch. Richet* fils (prés. par M. Charles Richet). — **La pression minima d'oxygène compatible avec la vie.**

Si la proportion d'oxygène oscille autour de 20 p. 100, l'oxypression mortelle oscille autour de 29 mm. de mercure. Quand la proportion d'oxygène augmente, l'oxypression critique physiologique augmente, quand elle diminue, l'oxypression critique physiologique diminue.

Une conclusion théorique : la pression absolue d'oxygène n'est pas le seul élément qui règle la vie respiratoire des animaux. Une conséquence pratique au point de vue de l'aviation : à une altitude plus basse que la théorie admise jusqu'à présent n'aurait semblé l'indiquer, et quel que soit le pourcentage d'oxygène de l'air inhalé, la vie est impossible.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Mlle Andrée Courtois* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **Variations de la teneur en acides aminés de quelques Lépidoptères pendant la nymphose.**

La teneur totale en acides aminés des chrysalides reste élevée et constante jusqu'au moment où commence l'édification des tissus de l'insecte parfait.

— *P. Bourcet* et *A. Fourton* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sur la nature chimique de l'acide digitalique.**

L'expression d'acide digitalique employée par Morin, citée probablement sans contrôle par Homolle et Quévenne, appliquée par Kolipinski à un mélange impur sans valeur physiologique, doit disparaître de la liste des produits extraits de la digitale. En réalité, les divers corps désignés sous ce nom ne sont autre chose que de l'*acide succinique* plus ou moins souillé d'impuretés.

EMBRYOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Mlle Suzanne Ancel* (prés. par M. Caullery). — **Action de divers gaz sur**

l'œuf de poule. Assimilation de l'oxyde de carbone à un gaz inerte.

L'auteur a recherché si l'on pouvait mettre en évidence une toxicité cellulaire de l'oxyde de carbone en comparant l'action de ce gaz à celle de gaz inertes et de gaz toxiques sur le germe de l'œuf de poule, constitué de cellules indifférenciées. Des œufs ayant été placés pendant 8 jours dans une atmosphère d'oxyde de carbone pur et mis en incubation après ce temps, se sont toujours développés normalement. L'oxyde de carbone se comporte donc vis-à-vis de la cellule, non comme un gaz toxique, mais comme un gaz inerte.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *R. Coquoin* (prés. par M. A. Desgrez). — **Méthode de détermination de l'élimination respiratoire de l'acétone chez l'Homme.**

On peut fixer facilement l'acétone contenue dans un mélange gazeux, à l'aide du bisulfite de sodium. L'acétone peut être séparée quantitativement de ses solutions aqueuses par distillation dans un courant de vapeur d'eau. Son dosage dans les produits de l'expiration de l'homme sain conduit à cette notion que l'acétone ingérée s'élimine par la voie pulmonaire avec une constante régularité.

BACTÉRIOLOGIE. — *A. Philibert* et *J. Risler* (prés. pas M. Bazy). — **Action bactéricide des colorants.**

Différentes expériences sur le cobaye ayant montré que le choc produit par certains colorants en solution était tolérable par l'organisme, il apparaît aujourd'hui qu'on peut concevoir : 1° une chimiothérapie simple par l'action élective de certains colorants; 2° une chimiothérapie secondaire par la sensibilisation aux rayons lumineux de grande longueur d'onde, rendus ainsi extrêmement actifs.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *C. Levaditi* et *Mlle R. Schoen* (prés. par M. Roux). — **Pénétration et pullulation de protozoaires dans la cellule nerveuse (Neuroprotozooses).**

La pénétration et la multiplication de certains protozoaires (*Toxoplasma cuniculi*, *Nosema lophii*, le parasite encore mal défini de l'hydrocéphalie héréditaire humaine) dans le cytoplasma des neurones encéphaliques, médullaires ou rétiniens, est un fait certain. Des processus pathologiques de l'homme, intéressant le système nerveux, telle l'idiotie amaurotique familiale, seront peut-être rattachés au même groupe des *neuroproiozooses*. Ces faits rendent de plus en plus plausible l'hypothèse de la nature microsporidienne du virus rabique.

P. GUÉRIN.

Séance du 11 juin 1928.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mandelbrojt.* — **Remarques sur le théorème de composition de familles normales.**

THÉORIE DES GROUPES. — *E. Carton.* — **Sur les systèmes orthogonaux complets de fonctions dans certains espaces de Riemann clos.**

MÉCANIQUE. — *Frontard* (prés. par M. Mesnager). — **Profils de terrains cohérents à surface de glissement plane.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Th. de Donder* (prés. par M. Brillouin). — **Extension de la Gravifique einsternienne à la Thermodynamique.**

ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES. — *E. Pierret* (prés. par M. G. Ferrié). — **Sur la réalisation et le fonctionnement d'un nouvel oscillatenr à ondes très courtes.**

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *L. Décombe* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Les pellicules sphériques électrisées et l'effet Compton.**

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Ch. Maurain* et *L. Eblé* (prés. par M. G. Ferrié). — **Variation diurne de l'agitation magnétique au Val-Joyeux près Paris.**

L'agitation magnétique est la plus forte pendant la nuit et la plus faible dans la matinée. La variation diurne générale, pour l'année entière présente un minimum très marqué ver 8 h.; puis la courbe se relève jusque vers 13 h.; elle présente ensuite un plateau, puis se relève de nouveau presque vers 22 h. Le rapport entre le maximum et le minimum est un peu supérieur à 1.6.

MÉTÉOROLOGIE. — *H. Arctwski* et *E. Stenz.* — **Sur la chute de poussière en Pologne du 26 au 28 avril 1928.**

Pendant la chute de ces poussières, la lumière diffuse était fortement affaiblie et avait une teinte jaune sale très particulière rappelant celle d'une éclipse partielle du Soleil. Les toits, le sol et tous les objets étaient couverts d'une poussière brune dont l'épaisseur atteignait quelques dixièmes de millimètres. Ces chutes seraient dues aux tempêtes qui ont soulevé à une grande hauteur des masses considérables du sol nu.

OPTIQUE INSTRUMENTALE. — *A. Turpain* et *R. de Bony de Lavergne* (tranım. par M. J. Perrin). — **Sur un ultramicroscope de très faibles dimensions et les recherches qu'il rend possibles.**

Les ultra-microscopes construits (au nombre de sept) par les auteurs permettent d'atteindre de très forts grossissements, d'utiliser couramment l'immersion et de réaliser l'examen ultra-microscopique de volumes très restreints suivant les trois dimensions, dans lesquels le dispositif d'éclairement ultramicroscopique peut pénétrer.

PHOTOGRAPHIE. — *G. Siadbei* (prés. par M. Cotton). — **Sur un nouveau sensitomètre photographique.**

L'appareil se compose principalement d'un châssis contenant une bande de quelques centimètres de largeur de la plaque photographique que l'on veut étalonner, auquel on imprime soit un mouvement de rotation uniforme, accompagné en même temps d'une translation, dans le cas de mesures de précisions, soit seulement un mouvement de translation uniforme dans le cas des mesures rapides.

Cet appareil, dont l'auteur explique le fonctionnement, peut être utilisé pour des mesures courantes et rapides et aussi pour l'étude précise des diverses parties de la courbe caractéristique.

RADIOACTIVITÉ. — *M. Frilley* (prés. par M. M. de Broglie). — **Spectrographie des rayons γ par diffraction cristalline.**

L'auteur a exposé dans deux Notes antérieures les résultats qu'il avait obtenus, avec son spectrographe spécial pour la famille du Ra. La longueur d'onde la plus courte était de 20 UX, correspondant à la forte raie RaC signalée par la spectrographie corpusculaire. En poursuivant l'exploration de cette région extrême du spectre, j'ai pu obtenir des raies plus faibles, dont l'une, appartenant également au RaC correspondant à une longueur d'onde encore plus courte, 16 UX. Les autres sont trois faibles raies de fréquence moins élevée. Celles des 24 et 26 UX sont difficiles à séparer et semblent souvent former une trace unique.

ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE. — *E. Rouelle* (prés. par M. Paul Janet). — **Sur l'emploi du démultiplicateur de fréquence ferromagnétique comme multiplicateur de phases.**

M. Rouelle, dans ses Notes précédentes, avait envisagé le démultiplicateur de fréquence comme moyen de liaison éventuel entre deux réseaux monophasés. Poursuivant ses

recherches, il a observé que l'appareil pouvait se prêter à la liaison entre un réseau monophasé de fréquence f et un réseau de fréquence f/n polyphasé d'ordre n (si n est de parité quelconque)... ou d'ordre $2n$ (seulement si n est pair). Sa combinaison avec un multiplicateur de fréquence monophasé, de rapport convenable, permettrait en outre d'envisager la liaison entre un réseau monophasé et un réseau polyphasé de même fréquence ou de fréquence quelconque.

ÉLECTRO-CHIMIE. — *E. Bayle* et *L. Amy* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur l'emploi en analyse de la cathode à gouttes de mercure.**

Le dispositif indiqué par Knecra ne donnant pas un dosage précis, les auteurs ont construit un appareil qui permet un dosage exact des sels en solution. Ce dosage est basé sur les remarques suivantes : 1° l'intensité du courant est indépendante de la concentration en un sel, tant que la différence de potentiel est inférieure à la différence de potentiel critique; 2° au-delà de ce seuil, l'intensité du courant est une fonction linéaire de la concentration, au moins tant que celle-ci reste faible. On peut donc doser successivement chaque sel en employant une différence de potentiel critique de ce sel et inférieure à celle du sel immédiatement supérieure. La méthode est applicable au dosage de très petites quantités de cations en présence de quantités bien supérieures de cations plus électropositifs; il suffit de les transformer en sels d'un même acide.

CHIMIE PHYSIQUE. — *W. Broniewski* et *L. Sliwowski* prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur la structure des alliages étain-antimoine.**

La structure de ces alliages n'étant pas indiquée d'une façon précise ni par les méthodes chimiques, ni par l'analyse thermique, les auteurs reprennent cette étude par la conductivité électrique, le coefficient de température de la résistance électrique, le pouvoir thermo-électrique et sa variation avec la température, la force électromotrice de dissolution, le coefficient de dilatation et sa variation avec la température, la dureté, la micrographie et l'analyse thermique.

Les expériences ont montré l'existence d'un seul composé $Sn^3 Sb^2$.

— *J. Huggett* et *G. Chaudron* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Etude thermomagnétique du sesquioxyde de fer attirable à l'aimant.**

Le sesquioxyde de fer attirable à l'aimant, découvert, en 1863, par Malaguti, chauffé à une température suffisamment élevée, se transforme d'une façon irréversible, avec dégagement de chaleur en sesquioxyde de fer ordinaire, non attirable à l'aimant. Dans le cas des oxydes impurs, cette température se trouve au-dessus du point de transformation magnétique, ce qui explique la réversibilité.

— *Mlle Lévy* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur l'adsorption dans les systèmes binaires.**

L'auteur a étudié les systèmes binaires fer-nickel et cuivre-nickel. Dans chacun de ces systèmes, la loi d'adsorption de l'une des substances, pour une concentration donnée de l'autre, obéit à la formule de Freündlich : $c = KC^m$. Les constantes K et m se montrent fonction de la concentration à l'équilibre de la seconde substance.

— *J. W. Nicolaïeff* (prés. par M. Matignon). — **Les modifications allotropiques et les solutions solides du phosphore.**

Les expériences ont démontré l'existence de quatre modifications allotropiques du phosphore, formant entre elles une suite continue de solutions solides. La notion du phosphore rouge est remplacée par celle de deux espèces de phosphore : le phosphore pourpre et le phosphore rubis (rubis par transparence et légèrement violet par réflexion).

CHIMIE ORGANIQUE. — *G. Courlot, L. Nicolas* et *Tchang Han Liang* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Contribution à l'étude du sulfure de diphénylène.**

Dans cette étude du sulfure de diphénylène, les auteurs ont porté leurs recherches sur quelques dérivés halogénés et halogénonitrés; ils ont examiné également leurs spectres d'absorption dans l'ultra-violet.

Ils ont étudié particulièrement les dérivés monohalogénés et dihalogénés ainsi que le monobromononitrososulfure.

— *Mme Ramard-Lucas* et *M. Anagnostapoulos* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Stabilité comparée des différents isomères selon leur spectre d'absorption. Transpositions dans la série des aryl-1-phényl-2-éthyl-2-butanols-1.**

Cette étude est consacrée aux transpositions qui accompagnent la déshydratation des aryl-1-phényl-2-éthyl-2-butanol-1. L'application des règles énoncées antérieurement a permis d'obtenir à volonté, à partir de chaque alcool l'un ou l'autre des carbures isomères susceptibles de se former.

— *P. Carré* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur l'oxyde de benzyl et de chlorométhyle et sur le formal de l'alcool benzylique.**

Lorsqu'on sature par le gaz chlorhydrique, à la température ordinaire, le mélange de l'alcool benzylique pur avec un excès de formol, il se forme toujours, à côté de l'éther oxyde chlorométhylé, une certaine quantité de chlorure de benzyle ainsi que du formol de l'alcool benzylique.

— *M. Chambon* (transm. par M. V. Grignard). — **Nouvelle synthèse de l'acide tropique.**

L'éther bromophénylacétique est condensé avec le trioxyméthylène en présence du zinc en limaille fine, dans le benzène. L'organozincique est décomposé par l'eau et la solution benzénique, après lavage à l'acide sulfurique à 20 p. 100, puis à l'eau, est évaporée dans le vide. L'éther tropique redissous dans l'alcool est saponifié à 60° dans le baryte alcoolique, dont l'excès est éliminé par CO^2. La solution de tropate de baryum séparée par essorage est concentrée dans le vide. Après acidification par HCl, l'ensemble, précipité et solution, est épuisé trois fois à l'éther que l'on distille et le résidu chaud est versé dans de la benzine qui dissout l'acide atropique et l'acide phényiacétique, tandis que l'acide tropique cristallise après refroidissement.

CHIMIE AGRICOLE. — *A. Demolon, H. Burgevin* et *G. Barbier* (transm. par M. Lindet). — **Les colloïdes argileux et la solution des sols.**

Les résultats expérimentaux montrent l'intérêt qu'il y a à maintenir les sols argileux saturés de chaux, au point de vue de la mobilisation des cations énergiquement fixés par l'argile. On ne saurait, en outre, dans ces sols, considérer la totalité de la potasse échangeable comme susceptible de concourir dans les mêmes conditions d'efficacité à la nutrition végétale.

— *J. Chaussin* (prés. par M. A. Desgrez). — **Etude du milieu intérieur dans les différents organes de la pomme de terre au cours du développement.**

Cette étude a porté sur la mère, les feuilles et les tubercules nouveaux sur lesquels l'auteur a effectué les mêmes déterminations que celles qu'il avait pratiquées antérieu-

rement sur le blé : principalement Δ cryoscopique, poids moléculaire moyen et le pourcentage des cendres dans la partie soluble.

Les résultats sont exposés dans un tableau qui montre notamment que le rapport des cendres à l'extrait dans le bouillon des feuilles, laboratoire de la plante, ne subit pas de grandes variations au cours du développement.

Les valeurs du Δ cryoscopique montrent que les pressions osmotiques sont variables dans les éléments de la plante.

Les tubercules nouveaux donnent 20 à 30 p. 100 de sels alcalins à acides organiques.

L. FRANCHET.

LITHOLOGIE. — *Const. A. Kténas.* — **Sur la présence des laves alcalines dans la mer Egée septentrionale.**

La mer Egée septentrionale fournit un exemple, parmi beaucoup d'autres, d'une région où des lave calco-alcalines sont associées à des venues magmatiques alcalines. La présente Note est consacrée à l'exposé des caractéristiques des roches des volcans suivants : rochers de Caloyéri, situés au centre de la mer Egée; 2° formation filonienne de Lidario, à l'île de Haghios Eustratios; volcan d'Emborios, à la partie méridionale de l'île de Chios.

GÉOLOGIE. — *Marcel Casteras* (prés. par M. H. Douvillé). — **Sur la structure du massif de Bessède (Aude) et sur ses relations tectoniques avec le massif du Saint-Barthélemy (Ariège).**

Tous les affleurements cristallins ou primaires que l'on rencontre entre le Saint-Barthélemy et la vallée de l'Aude (Camurac, bande de Belcaire et du moulin du Roc, massif de Bessède, Pas del Corps) appartiennent au substratum d'une unique série secondaire. Ils ont la même position anticlinale que ceux du Saint-Barthélemy et peut-être aussi que ceux de la Salvezine et du massif de l'Agly, apparaissant dans le prolongement de la zone anticlinale complexe étudiée dans cette Note, zone découpée parfois en lames verticales ou poussées vers le Nord.

PALÉONTOLOGIE. — *Georges Corroy.* — **Les Vertébrés du Trias lorrain.**

Dans l'étude de cette faune variée, l'auteur a suivi le phylum des Lépidotidés jurassiques depuis le Trias inférieur avec l'apparition d'un type inconnu jusqu'ici dans le Werfénien de Baccarat, *Colobodus præmaximus* n. sp. En ce qui concerne les Batraciens, le groupe des Capitosauridés du Muschelkalk lorrain vient de combler un hiatus dans la phylogénie entre les formes permiennes et werféniennes de Stégocéphales et les Cyclotosaures du Keuper allemand et anglais. Chez les Reptiles, les Cymbospondyles se révèlent comme la souche des Ichthyosaures liasiques, tandis que les Plésiosaures apparaissent brusquement avec une individualité propre dès le Trias moyen.

CYTOLOGIE. — *G. Th. Dornesco* (prés. par M. F. Mesnil). — **Recherches sur les constituants morphologiques des cellules fibrillaires de l'hépatopancréas de l'Ecrevisse, et en particulier sur les relations de l'appareil de Golgi et du vacuome.**

Les résultats exposés dans cette Note apportent la preuve que les appareils de Golgi et de Holmgren constituent une même formation correspondant à un vacuome analogue à celui des cellules végétales et colorable vitalement par le rouge neutre, selon l'opinion soutenue par Guilliermond, Parat, Corti, etc.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Marcel Mascré* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur le tapis staminal et le grain de pollen de l'*Arum maculatum* L.**

L'*Arum maculatum* offre, après les Commélinacées, un nouvel exemple de tapis plasmodial dont la formation s'explique par la dégénérescence mucilagineuse des cellules nourricières.

Dans le grain de pollen, la division du noyau reproducteur est très précoce; elle a lieu avant même que la différenciation de l'assise mécanique de l'anthère soit achevée. On observe, dans le pollen mûr, à côté du noyau végétatif, les deux noyaux générateurs.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *A. Maige* (prés. par M. Marin Molliard). **Conditions physiologiques de la réaction amylogène uniloculaire ou pluriloculaire des plastes.**

Les états amylogènes uniloculaire et pluriloculaire des plastes dépendent du taux de sucre de la cellule et de l'excitabilité amylogène de celle-ci : l'état pluriloculaire correspond à un taux de sucre moins élevé que l'état uniloculaire ou à une excitabilité amylogène plus faible de la cellule.

L'auteur a réalisé, en faisant varier le taux de sucre, ces deux états isolément, ainsi que les divers types de passage de l'un à l'autre.

PHYSIOLOGIE. — *Auguste Lumière* et *Mme Grange* (prés. par M. Roux). — **Pouvoirs alexiques comparés des sérums du sang artériel et du sang veineux.**

Poursuivant leur étude comparative des sangs artériel et veineux, les auteurs ont été amenés à rechercher si les sérums correspondants présentent, dans leurs propriétés alexiques, des différences susceptibles d'éclairer le mécanisme de certains phénomènes hémolytiques.

La différence de composition des deux sérums est due en grande partie à la variation de leur teneur en acide carbonique. Or, il semble bien, d'après les expériences relatées dans cette Note, que l'acide carbonique intervienne pour conditionner la propriété alexique des sérums.

PHARMACODYNAMIE. — *J. M. Le Goff* (prés. par M. Ch. Richet). — **Action vasodilatatrice différentielle des chlorures de cobalt et de nickel.**

S'il est admis que la toxicité du nickel est identique à celle du cobalt, il n'en est pas de même de l'action pharmacodynamique de petites quantités de ces deux métaux. Ainsi, contrairement à ce que l'on observe après l'injection intra-musculaire de 1 à 5 centigrammes de chlorure de cobalt, la même quantité de chlorure de nickel ne produit ni dilatation des vaisseaux, ni rougeur de la face.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Maurice Piettre* (prés. par M. Matignon). — **Sur quelques propriétés chimiques et physiques des protéines du sérum.**

Il est difficile de considérer ces protéines comme des corps tampons, ce rôle devant être réservé aux impuretés minérales ou organiques qui les accompagnent normalement.

Au point de vue chimique, la mise en évidence de quantités insignifiantes de N amidé ou ammoniacal établit que dans la molécule protéique tous les groupes peptidiques ont leurs fonctions amines ou carboxyles non libres, mais liées par des formations d'anhydrides.

Au point de vue biologique, l'indifférence des deux principales protéines sériques vis-à-vis des acides ou des bases alcalines garantit à l'équilibre humoral une précieuse stabilité.

BACTÉRIOLOGIE. — *V. Chorine* (prés. par M. Roux). — **Sur l'immunisation des Chenilles de *Galleria Mellonella* contre le *Bacterium Galleeia* n° 2.**

Il est possible d'obtenir du *Bacterium Galleria* n° 2 une race asporogène très affaiblie. On peut, par le vaccin

préparé de la culture asporogène, immuniser les chenilles de *Galleria Mellonella* contre la race affaiblie, ainsi que contre la souche la plus virulente de cette bactérie. L'immunité contre le *Bact. Galleria* n° 2 est spécifique, car les autres procédés n'immunisent pas les chenilles. L'immunisation des chenilles de *Galleria* contre ce microbe présente une grande analogie avec la vaccination des mammifères contre le charbon.

P. GUÉRIN.

NOUVELLES

Academie des Sciences. — M. L. Blaringhem, professeur à la Sorbonne a été élu membre de la Section de Botanique en remplacement de M. Guignard, décédé.

M. W. Vernadsky a été élu correspondant pour la section de Minéralogie.

M. Picard, Lallemand et Ferrié sont délégués près du Conseil international des Recherches pour la Session qui se tiendra à Bruxelles les 13 et 14 juillet.

Académie de médecine. — Ont été élus membres titulaires : 1° Dans la Section de Pharmacie, en remplacement de M. Guignard, décédé, M. Radais, professeur à la Faculté de Pharmacie de Paris.

2° Dans la Section des Sciences biologiques, le Dr Levaditi.

— Le Prix Monaco de 100.000 fr. (biennal) a été attribué au Dr Nageotte, Professeur au Collège de France.

Bureau des Longitudes. — M. J. Vignal, professeur à l'Ecole nationale supérieure des Mines, a été nommé membre du Bureau des Longitudes en remplacement de M. Prévot, admis à la retraite.

Société Astronomique de France. — *Un nouveau prix pour l'exploration de la très haute atmosphère.* — Nous avons annoncé dans notre numéro du 11 février que MM. Robert Esnault Pelterie et André Hirsch ont fondé à la Société Astronomique de France un prix annuel de 5.000 fr. pour encourager et provoquer les recherches scientifiques susceptibles de préparer l'exploration de l'espace interplanétaire. Le Président de la Société Astronomique de France, en annonçant la fondation de ce prix avait fait remarquer que la tâche la plus immédiate que les chercheurs pouvaient se proposer était l'étude de la très haute atmosphère.

Un nouveau prix vient d'être mis à la disposition de la Commission d'Astronautique chargée par la Société Astronomique de France d'attribuer le prix Rep-Hirsch. Ce prix est spécialement affecté à l'étude de la très haute atmosphère. Les donateurs M. et Mme Raoul Bernard offrent une somme de 5.000 fr. pour être donnée au premier savant qui créera un appareil de résultats *pratiques* atteignant les très hautes régions de notre atmosphère, soit 100 kilomètres. Une prime de 10.000 fr. sera remise au premier qui atteindra de sa personne à cette même altitude dans un délai de cinq ans.

Nul doute que le *prix Raoul Bernard ad astra* ne contribue comme le prix Rep-Hirsch a créer un ensemble d'études conduisant à éclaircir des questions fort importantes pour la vie terrestre.

Service des Poudres. — Un concours pour une place d'élève-ingénieur des Poudres sera ouvert le 19 novembre 1928.

Les examens écrits et oraux seront passés à Paris.

Conformément aux dispositions de l'article 14 de la loi du 25 mars 1913 sont admis à prendre part à ce concours : les candidats soit licenciés ès sciences (avec les certificats de physique générale et de chimie générale et un second certificat de chimie), soit anciens élèves diplômés de l'Ecole Centrale des Arts-et-Manufactures (dans la spécialité « chimie ») ou de l'Ecole de Physique et de Chimie de la Ville de Paris, ou d'un Institut de chimie appliquée dépendant d'une Faculté des Sciences.

Pour être admis au concours, les candidats devront être français, avoir satisfait aux obligations militaires et avoir 26 ans au moins et 32 ans au plus. Ils doivent, en outre, présenter toutes les garanties d'aptitude physique nécessaires.

Les demandes d'admission au concours devront être adressées à M. le Ministre de la Guerre (Direction des Poudres) accompagnées des pièces ci-après :

L'acte de naissance du candidat, l'extrait de son casier judiciaire, l'état signalétique et des services, l'engagement de rester au service de l'Etat comme ingénieur militaire des Poudres pendant une durée effective et continue de 7 années à dater de sa nomination au grade d'ingénieur de 2e classe, les diplômes que possèdent les candidats et notamment ceux justifiant qu'ils ont anciens élèves des Ecoles susvisées.

Les candidats admis à concourir seront prévenus par le président de la Commission d'examen, qui leur indiquera les dates et lieux de concours.

La clôture de l'inscription des candidats est fixée au 17 septembre 1928.

Le programme des connaissances exigées (arrêté du 31 mars 1918) a été publié au *Journal officiel* du 21 avril 1918, page 3468 et au Bulletin officiel du Ministère de la Guerre année 1918, 2e volume, page 1122.

Pour tous renseignements s'adresser à l'Inspection générale des Poudres, 12 quai Henri IV, Paris.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — Les thèses suivantes, pour le doctorat ès sciences, ont été soutenues à la Sorbonne :

21 juin. — M. Charrueau : « *Sur les figures d'équilibre relatif d'une masse liquide en rotation.* »

5 juillet. — M. Lombard : « *Contribution à l'étude de la diffusion des gaz à travers les métaux.* »

Les thèses suivantes seront soutenues :

16 juillet. — M. Amil Kumar Das : « *Contribution à l'étude des spectres d'absorption des halogènes.* »

17 juillet. — M. Augeur : « *Les glucides des iris.* »

— *Cité Universitaire.* — L'Etat des Allaouites a donné une somme de 100.000 francs pour fonder deux chambres au profit d'étudiants originaires de cet Etat.

Un don anonyme a été fait pour la fondation d'une chambre au profit d'un étudiant italien.

Université de Lille. — M. Pascal, ancien professeur à la Faculté des Sciences est nommé professeur honoraire.

Université de Rennes. — *Faculté des Sciences.* — La chaire de Botanique générale est déclarée vacante. Les candidats devront faire valoir les titres avant le 20 juillet 1928.

Ecole nationale supérieure du Pétrole et des Combustibles liquides de Strasbourg. — Les modifications suivantes ont été apportées au programme de l'Ecole par le Conseil d'Administration du 11 mai 1928 :

Conditions d'admission.

Section Chimie.

Peuvent présenter leur candidature les jeunes gens munis d'un diplôme d'ingénieur chimiste ou de la licence ès sciences avec deux certificats de chimie et celui de physique générale, les élèves étrangers munis de diplômes jugés équivalents.

L'admission est prononcée pour les élèves de nationalité française après examen portant sur les épreuves suivantes :

Une interrogation de chimie organique (programme de la licence).

Une interrogation de physique (programme du baccalauréat mathématiques élémentaires et physique du P. C. N.).

Les épreuves de l'examen et du concours ont lieu dans la première semaine du mois d'octobre.

Date d'admission :

Les admissions à l'Ecole du Pétrole sont prononcées :

1° A la Commission permanente de l'Ecole qui se réunit dans le courant du mois de juillet.

2° Au Conseil d'Administration qui se réunit au début d'octobre.

Il est donc prudent de poser sa candidature dans le courant du mois de juin ou alors dans le courant du mois de septembre.

Pièces à produire :

En plus des pièces énumérées, les élèves de nationalité étrangère doivent donner par écrit un engagement déclarant qu'ils connaissent et qu'ils acceptent les frais de toute nature occasionnés par leur séjour à l'Ecole.

Frais d'études :

Les frais d'études sont fixés actuellement à 1.000 fr. par semestre, payables par moitiés. Ils comprennent toutes les dépenses de cours et de travaux pratiques normaux, d'examens et de diplômes. Des exonérations de frais d'études et des bourses peuvent être accordées aux élèves qui en sont jugés dignes.

Il est consenti aux élèves de nationalité française une réduction de 50 o/o.

Les élèves de toutes nationalités de la section chimie versent le jour de leur entrée à l'Ecole une caution de matériel de 500 fr. dont le reliquat leur est rendu à la sortie de l'Ecole.

Les élèves des sections géologie et exploitation versent seulement une caution de 200 fr.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

La géométrie non euclidienne, par P. Barbarin, 3e édition suivie de notes, par A. Buhl. In-8° (*Collection Scientia*) de 176 pages avec illustrations et figures. Gauthier-Villars, édi., aris, 1928. — Prix : 15 fr.

La Physique moderne a donné une grande objectivité aux géométries non-euclidiennes. Dans la première partie de l'ouvrage, on trouvera l'histoire du mouvement de pensée d'où elles sont issues. L'exposé en est présenté de la manière la plus attrayante et constitue une excellente initiation à ces questions. La rédaction, extrêmement vivante, met en lumière des liens inattendus entre le sujet principal et le problème non moins célèbre de la quadrature du cercle.

Pour couronner ce bel ensemble, magnifiquement illustré par les portraits des Lobatchewsky, des Riemann, des Legendre, des de Tilly, des Bolyai, et par la photographie de la pseudosphère de Beltrami, le Professeur Buhl, de l'Université de Toulouse a exposé ses savantes recherches sur la géométrie non euclidienne envisagée dans ses rapports avec la Physique Mathématique, recherches dans les généralisations de la formule de Stokes jouent un rôle prépondérant. J'appelle spécialement l'attention du lecteur sur la manière simple d'après laquelle apparaissent, dans cette conception, les géométries caylienne et riemanniennes. Une dernière note traite de la cinématique einsteinienne et de la géométrie de la lumière.

De tout cela, se dégage un tableau de « l'évolution, d'abord très lente, puis très accélérée dans ces dernières années, de l'esprit géométrique. » Mais parallèlement, il y a eu une évolution de l'esprit physique. « Beaucoup de non euclidiens, continue M. Buhl, n'ont d'abord défendu qu'un système logique à côté duquel ils concédaient que seule la géométrie euclidienne était physiquement réelle. Aujourd'hui, on se demande au contraire si, quant à la genèse de résultats physiquement contradictoires, cette géométrie ne serait pas l'une des plus fertiles. » Peut-être n'est-il pas déraisonnable d'attendre un peu pour statuer là-dessus d'une manière définitive ?

G. Bouligand.

La Création du Bureau International des Poids et Mesures et son œuvre. Ouvrage publié à l'occasion du cinquantenaire de sa fondation par les soins de Ch. Ed. Guillaume, Directeur du Bureau. In-8° de 320 pages et 140 figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris.

Le 20 mai 1875 fut signée la Convention du Mètre qui créait la première institution scientifique internationale, le Bureau International des Poids et Mesures, et qui organisait sur un plan systématique les études et les comparaisons des mesures fondamentales de la longueur et de la masse.

A l'occasion du cinquantenaire de cette convention en 1925, le Comité auquel est dévolue la haute direction du Bureau avait décidé de publier un volume contenant l'histoire de la fondation et l'exposé des résultats obtenus. C'est ce volume que la Librairie Gauthier-Villars vient de faire paraître.

Il débute par une excellente relation due à M. D. Isaachsen, Directeur des Poids et Mesures de Norvège, des événements qui ont conduit à la convention du mètre et de la vie du Bureau. Puis vient un exposé magistral par M. Ch. Ed. Guillaume, son directeur de l'Œuvre du Bureau International des Poids et Mesures ; la lecture fort attachante de 200 pages de cet exposé démontre la variété et l'étendue des recherches nécessaires pour remplir ce simple programme, comparaisons des étalons de mesure de longueur et de masse. M. A. Pérard, premier adjoint du Bureau traite des idées actuelles sur la définition de l'Unité de longueur ; il donne la critique des divers modes de définition de longueur et conclut que dans l'état actuel de la science, la définition par la règle de platine est la plus sûre. M. L. Maudet, adjoint au Bureau etudie l'Invariablité de l'Unité de Masse assurée par kilogramme prototype, et M. Ch. Volet, adjoint au Bureau, quelques propriétés métrologiques des laitons.

Ce bel ensemble donne une juste idée de l'œuvre du Bureau international des Poids et Mesures, œuvre féconde, qui fait le plus grand honneur aux savants inlassables qui lui consacrent leur activité.

J. B.

Photochimie. par A. Berthoud. In-8° (*Collection Langevin-Perrin-Urbain*) de 324 pages avec 12 figures. Doin, éditeur, Paris, 1928. — Prix : 40 fr.

On donne le nom général de photochimie à l'étude des phénomènes chimiques qui sont produits ou favorisés par l'action de la lumière. Les phénomènes de ce genre actuellement connus sont très nombreux, surtout en chimie organique. La théorie dite radiochimique considère même que toutes les réactions chimiques se produisent sous l'influence d'un rayonnement. Sans doute cette conception semble de moins en moins d'accord avec les faits. Mais, par la loi de l'équivalence photochimique énoncée par Einstein, les phénomènes photochimiques se rattachent à la théorie des quanta. Si l'on considère, en outre, qu'ils comprennent l'étude de l'assimilation chlorophylienne, celle des actions photographiques, qu'on peut leur rattacher les phénomènes de photoluminescence, on voit que la photochimie constitue une branche importante de la chimie physique. C'est, à la vérité, une branche récente où, par suite, le classement des faits et des théories est encore bien provisoire. C'est une science en pleine éclosion et sur laquelle il n'existait jusqu'ici aucun livre en langue française; aussi celui de M. Berthoud sera-t-il très favorablement accueilli par les physiciens et par les chimistes.

L'auteur commence par rappeler brièvement les notions essentielles relatives à la nature et aux propriétés de l'énergie rayonnante, et notamment les lois concernant l'absorption et l'émission de la lumière, si utiles pour la compréhension des actions photochimiques. Il étudie également, dans les premiers chapitres, les phénomènes de photoluminescence. Mais la plus grande partie du livre est consacrée aux actions photochimiques considérées surtout du point de vue des lois et des facteurs généraux qui les régissent : lois de l'équivalence; hypothèse radiochimique; influence des catalyseurs, des sensibilisateurs, de la polarisation; transformations irréversibles; phototropie, etc...

Peut-être pourrait-on trouver que l'auteur, dans son désir d'être complet, s'est référé à bien des travaux dont la signification n'est pas très sûre. Du moins les chercheurs trouveront-ils dans ce livre un exposé méthodique et complet et une bibliographie très riche qui leur sera particulièrement utile.

A. Bc.

Eléments de la physique des rayons X. (Introduction à la radiologie médicale et à l'étude générale des rayonnements), par M. F. Wolfers. In-8° de 336 pages avec 77 figures et 3 planches hors-texte. Hermann, éditeur, Paris 1928.

Ayant eu à faire, à l'hôpital Beaujon, des conférences de radiologie, l'auteur les a rédigées et, élargissant son cadre, nous donne un exposé complet des propriétés relatives aux rayons X et des phénomènes qui s'y rattachent, y compris les conceptions sur les atomes. Cet exposé est tout à fait remarquable, extrêmement précis, et assez clair pour être entendu des moins initiés. L'application des rayons X à la médecine soulève des problèmes très délicats et très importants, dont la méconnaissance a été souvent fatale aux malades et parfois aux opérateurs eux-mêmes. Aussi les radiologues et les étudiants en médecine qui se destinent à la radiologie auront-ils intérêt à lire et à méditer l'ouvrage que nous leur signalons.

A. Bc.

Où en est la chimie colloïdale, par P. Bary. (*Collection des mises au point*). In-8° de 324 pages. Gauthiers-Villars, éditeur, Paris.

L'auteur nous donne une très intéressante mise au point de l'état actuel de la question des colloïdes, tout à fait à l'ordre du jour. Les recherches personnelles dont il a enrichi cette branche de la chimie physique le qualifiaient tout particulièrement pour écrire cette monographie.

On attribuait généralement à Graham ou à Selmi le mérite d'avoir fait les premières études des solutions colloïdales. M. Bary rappelle, fort justement, les travaux antérieurs de Baudrimont, jusqu'alors bien oubliés. Après avoir étudié les propriétés qui caractérisent l'état colloïdal sous ses diverses formes, il passe en revue les principales applications industrielles où interviennent les propriétés des colloïdes : verrerie, céramique, ciments, huiles et résines, hydrocarbures, cellulose, matières textiles, matières protéiques, etc.

A. Bc.

Traité théorique et pratique de la fabrication de l'alcool par J. Fritsch, ingénieur-chimiste et A. Vasseux. In-8° de 587 pages avec 90 figures. Legrand, éditeur, Paris. — Prix :

Le Traité de la distillation que M. Fritsch avait publié avec M. Guillemin était depuis longtemps épuisé; l'ouvrage que le même auteur nous donne avec la collaboration de M. Vasseux, vient donc fort heureusement combler une importante lacune de notre documentation industrielle. Il nous paraît appelé à un succès au moins égal à celui de son aîné, car les auteurs se sont efforcés de le mettre au courant des plus récents progrès de la science et de la technique. Comme tous les livres de M. Fritsch, ce nouvel ouvrage constituera une source de renseignements très précieuse pour les techniciens et, d'une manière générale, pour tous ceux qui s'intéressent à la fabrication de l'alcool.

Les uns et les autres y trouveront à la fois des notions théoriques et des données pratiques sur la plupart des procédés qui sont actuellement appliqués, non seulement dans la fabrication de l'alcool, mais également dans celle de l'acétone par fermentation, de l'éther sulfurique, de l'alcool synthétique, etc... Un chapitre fort intéressant est consacré à l'alcool absolu et aux carburants à base d'alcool. Les auteurs ont tenu compte des enseignements de la guerre et passé en revue les sources possibles d'alcool auquelles il est possible de faire appel quand on manque de grains, de mélasses ou de pommes de terre.

Ce livre sera d'autant plus apprécié que les auteurs n'ont pas limité leur documentation aux travaux français sur lesquels il est plus aisé de se renseigner et qu'ils ont signalé les plus importants progrès réalisés à l'étranger. Bien entendu la partie purement industrielle tient dans ce volume une part prépondérante, mais les lecteurs trouveront développées dans l'ouvrage de Schoen sur les Fermentations toutes les données scientifiques ou bibliographiques qui n'ont pas trouvé place dans cette intéressante monographie technologique.

A. B.

Electro-organic chemistry, par C. J. Brockman, Professeur à l'Université de Géorgie (U.S.A.). In-8° relié de 381 pages avec figures. J. Wiley and Sons New-York et Chapman and Hall, 11 Henrietta Street Covent Garden. London W. C. 2.

Les composés organiques ne conduisent pas le courant électrique, ou bien, sont à peine conducteurs dans les cas les plus particulièrement favorables, aussi leur étude électrochimique est-elle fort difficile. De nombreux travaux ont cependant été réalisés dans cet ordre d'idées et l'on sait maintenant obtenir par voie électrochimique indirecte de nombreux composés organiques. D'ailleurs, les réactions qui entrent en jeu sont, à l'anode, des oxydations et des substitutions, à la cathode, des réductions et des hydrogénations.

Mais, si les recherches sur l'électrolyse des composés organiques du carbone sont particulièrement difficiles, il n'en est pas moins vrai qu'il y a là un champ très vaste à explorer. L'auteur a donc rendu un grand service à tous

les chimistes en rassemblant toutes les connaissances que nous possédons dans cet ordre d'idées et en les exposant très clairement. Des pages seraient nécessaires pour analyser un ouvrage traitant avec autant de développements un sujet aussi limité; nous nous contenterons donc de signaler tout spécialement aux « organiciens » cet ouvrage écrit spécialement à leur intention. Ils ne sauraient s'en passer, ne serait-ce que pour acquérir des idées précises sur ce qui a été fait en matière d'électro-chimie organique, car c'est un sujet qui n'est abordé en général que très succintement dans les traités généraux.

Pour tous les chimistes qui, dans leurs recherches, s'occupent spécialement de la question, il constituera une très précieuse source de renseignements aussi bien théoriques que pratiques et même industriels. Ils y trouveront un très grand nombre d'indications bibliographiques, un index des noms d'auteurs ne comportant pas moins de huit pages sur deux colonnes et même une liste de brevets pris dans huit nations. Est-il besoin d'ajouter qu'un tel ouvrage a également sa place marquée dans la bibliothèque de tous les physiciens qui s'intéressent aux actions chimiques du courant électrique.

A. B.

Physikalish chemische metamorphose und einige piezochemische probleme, par Ernst Cohen. — In-8° de 135 pages et 58 figures. Akademische verslagssellschaft. Leipzig, 1927.

La brochure de M. Cohen est la reproduction de leçons professées à la Cowell Université sur des questions de chimie physique, que l'auteur a particulièrement étudiées. On peut les classer en deux groupes principaux. Le premier se rattache aux difficiles problèmes des états allotropiques des corps et aux transformations réciproques de ces divers états :transformations énantiotropes et monotropes, point de transformation, influence des états allotropiques sur la définition d'un corps pur, etc. Le deuxième groupe comprend les problèmes relatifs à l'influence de la pression sur les phénomènes chimiques, problèmes très complexes, encore assez mal connus, et sur lesquels les recherches expérimentales de l'auteur ont fourni quelques données précises. Citons l'influence de la pression sur la yitesse des réactions, sur les coefficients de solubilité, sur les décompositions électro-chimiques, sur l'affinité, sur la vitesse de diffusion, etc. C'est un livre à recommander à tous les physico-chimistes. Sa lecture leur précisera bien des points intéressants et pourra leur suggérer des sujets de recherches.

A. Bc.

Cours d'hygiène public sur la direction, de Léon Bernard, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris et R. Debré, Professeur agrégé. — 2 volumes in-8° de 2048 pages avec nombreuses figures. Masson et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 160 francs.

Cet important ouvrage est formé par les leçons professées à l'Institut d'Hygiène de la Faculté de Médecine de Paris à l'intention des candidats au diplôme supérieur d'Hygiène. Ce n'est donc pas un livre uniquement destiné aux techniciens, mais un exposé très complet de l'état actuel de notre législation sanitaire et des connaissances que nous possédons sur toutes les branches de l'hygiène. Il est l'œuvre d'une quarantaine d'éminents spécialistes parmi lesquels nous citerons au hasard MM. Brumpt, Dopter, Dujardin-Beaumetz, Joyeux, Martel, Pottevin, J. Renault, Rieux, Roland, Sacquépée, Tiffeneau et Vallée, dont les travaux sont bien connus des lecteurs de la *Revue Scientifique*; leurs noms montrent combien M. Léon Bernard a été heureux dans le choix de ses collaborateurs.

Un ouvrage de ce genre est appelé à rendre de très grands services, non seulement aux étudiants, aux praticiens et aux hygiénistes de carrière, mais également à tous les esprits cultivés qui comprennent le rôle social de l'hygiène et qui savent que, pour tout Français, c'est un devoir patriotique de vulgariser ses préceptes dans *toutes* les clases de la nation. N'est-ce point surtout par l'hygiène, par la médecine préventive que nous arriverons à diminuer la mortalité et par cela même atténuer les désastreuses conséquences de notre trop faible natalité.

Ce Cours d'Hygiène devrait se trouver dans la bibliothèque de tous ceux qui ont charge d'âmes, notamment des éducateurs et des chefs d'entreprises; il devrait être aussi un conseiller de tous les instants pour les très nombreux parlementaires qui, sans aucune compétence spéciale, s'occupent, à chaque instant, de questions d'hygiène d'une importance capitale pour l'avenir du pays.

Enfin, il est à peine utile de rappeler aux chimistes, aux physiciens, aux microbiologistes, aux agronomes, aux physiologistes, aux géologues, aux ingénieurs et aux architectes, le grand intérêt que présente pour eux un ouvrage dans lequel se trouvent exposés, avec tous les détails utiles, les doctrines de la science qui doit tant à leurs spécialités respectives.

Ce Cours d'Hygiène a dû être composé en deux volumes. Le tome I renferme tout ce qui a trait à l'épidémiologie et à la prophylaxie des maladies infectieuses (612 pages), à l'hygiène sociale, à la protection maternelle, à l'hygiène sociale du nourrisson, à l'hygiène scolaire, à l'hygiène industrielle et professionnelle.

Le Tome II comprend ce qui concerne l'hygiène publique, l'hygiène individuelle — il est regrettable que de celle-ci on n'ait considéré que l'hygiène alimentaire — l'alimentation des collectivités et enfin l'hygiène publique. Cette brève énumération des grandes divisions de l'ouvrage permet de se faire une idée des nombreux sujets qui y sont abordés; il constitue une admirable source de documents et de renseignements qui vient fort heureusement prendre place entre les précis d'hygiène à l'usage des étudiants et les grands traités aux multiples volumes que leur prix élevé rend actuellement inabordables.

A. B.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

L. Jumau. — Piles et accumulateurs. In-16 avec 76 fig. (*Collections Armand Colin*). Colin, éditeurs, Paris. — Prix : 9 fr.

A. E. Blanc. — Le Chef mécanicien-électricien. In-16. T. IV : Electricité générale. In-16 de 607 pages avec 230 figures. Desforges et Girardot, éditeurs, Paris. — Prix : 45 fr.

J. Maisonnet. — Petite Chirurgie. In-8° de 1024 pages avec 723 fig. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 70 fr.

R. Pique. — Vérificateur et alcoolisation des fruits tropicaux et produits coloniaux. In-16 de 296 pages avec 40 figures. Desforges et Girardot, éditeurs, Paris. — Prix : 24 fr.

Le Gérant : M. Hédan.

Imp. P. et A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 14 — 66e ANNÉE — 28 JUILLET 1928

LA PHYSIQUE DU GLOBE ET SES APPLICATIONS (1)

par Ch. MAURAIN
Doyen de la Faculté des Sciences
Directeur de l'Institut de Physique du Globe de l'Université de Paris

La Physique du Globe ou Géophysique est un domaine scientifique très vaste, qui confine à d'autres sciences, Astronomie, Géologie, Géodésie, Géographie, et aussi, naturellement, à la Physique ; elle comprend l'étude des propriétés physiques du globe terrestre dans ses différentes parties, solide, liquide et gazeuse et celle des problèmes liés à ces propriétés physiques. Je ne saurais parcourir en cette conférence tout ce vaste domaine. J'essaierai seulement d'indiquer les méthodes appliquées en Géophysique, et prendrai quelques exemples correspondant à des points qui ont donné lieu à des travaux récents. Je laisserai de côté ce qui se rapporte à la Météorologie, plusieurs conférences sur ce sujet ayant été faites ici dans ces dernières semaines.

L'étude des propriétés physiques du Globe comporte des observations et des mesures de genres très variés ; ces mesures ne peuvent être faites de manière directe qu'à la surface et de part et d'autre de la surface dans une couche assez mince par rapport aux dimensions de la Terre. Vers le bas, les mines et les trous de sondages permettent des mesures à des profondeurs rarement supérieures à 1 kilomètre, et très exceptionnellement à 2 kilomètres ; les couches plus profondes sont inaccessibles aux appareils de mesure. Vers le haut, les ballons-sondes, dont M. Idrac vous a parlé, portent des appareils à des hauteurs qui atteignent facilement 10 kilomètres, rarement 20, très exceptionnellement 30 ; mais l'atmosphère s'étend bien au-delà, et on attribue aujourd'hui un rôle important à la haute atmosphère. On doit donc, pour étendre le domaine des explorations, imaginer des méthodes indirectes, permettant, à l'aide de mesures ou d'observations faites à la surface, d'avoir des renseignements sur les couches élevées de l'atmosphère. Ces méthodes se présentent de manière très diverses, selon les propriétés physiques qu'elles font intervenir. Nous allons en avoir quelques exemples, correspondant aux principaux chapitres de la Physique du Globe.

***

Anomalies de la pesanteur. Isostasie. — Par exemple, en comparant au laboratoire l'attraction de la pesanteur et celle exercée par une masse connue, on peut évaluer la masse de la Terre,et, en divisant par son volume déduit des mesures géodésiques, avoir la densité moyenne de la Terre. On trouve ainsi 5,52. Mais cela ne donne pas la répartition de la densité aux différentes profondeurs. Les roches et autres matériaux qui forment les couches superficielles ont une densité moyenne comprise entre 2,7 et

(1) Conférence faite au Conservatoire national des Arts et Métiers, le 11 mai 1928.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

2,8, c'est-à-dire à peu près la moitié seulement de la densité moyenne de l'ensemble du Globe. On peut en conclure que la densité croît avec la profondeur, mais les phénomènes qui sont liés à cette variation, tels que l'aplatissement de la Terre et certains phénomènes astronomiques, ne donnent pas de renseignements détaillés sur la variation, et on n'arrive à des formules qu'en faisant des hypothèses un peu arbitraires.

La distribution de l'intensité de la pesanteur à la surface du Globe présente des anomalies. Ces anomalies sont définies numériquement de la manière suivante. De l'ensemble des valeurs de l'intensité de la pesanteur mesurées en différents points du Globe et réduites au niveau de la mer on a déduit une formule représentant sa variation moyenne en fonction de la latitude. En certains points, la valeur mesurée est un peu plus forte que la valeur déduite de la formule, on dit qu'il y a anomalie positive ; en d'autres points la valeur mesurée est un peu plus faible que la valeur calculée, on dit qu'il y a anomalie négative. Ces anomalies sont liées à la distribution des masses aux diverses profondeurs et plus particulièrement au voisinage de la station. Mais on montre facilement qu'à une distribution donnée de la pesanteur à la surface peuvent correspondre une infinité de distributions de masses à l'intérieur, de sorte que l'étude des anomalies ne donne pas de renseignements définis sur la distribution des densités. Cependant, cette étude a conduit à une conception générale très intéressante sur les conditions d'équilibre des couches superficielles de la Terre, à laquelle a été donnée le nom d'Isostasie.

En voici l'origine. Il semblerait que l'intensité de la pesanteur, rapportée au niveau de la mer, dût présenter des anomalies positives dans les régions montagneuses, par suite du supplément d'attraction dû à la masse de la montagne. Or c'est l'inverse qui se produit, les anomalies sont en général négatives en région montagneuse. On a interprété ces faits en supposant que la densité moyenne des couches sous-jacentes est plus faible sous les montagnes que sous les régions basses, A ces anomalies dans l'intensité de la pesanteur sont liées des anomalies dans sa direction, manifestées par des déviations de la verticale. En fait, c'est l'étude de ces déviations dans l'Inde qui a conduit Pratt, en 1855, à l'idée fondamentale de l'isostasie ; les déviations de la verticale au voisinage de la grande chaîne de l'Himalaya sont plus faibles que celles qu'on déduirait de l'attraction de cette masse montagneuse, et Pratt a pensé qu'on pouvait les interpréter par l'existence sous l'Himalaya de couches moins denses qu'aux autres points.

Il est arrivé à la conception suivante : la pression serait la même en tous les points d'une surface parallèle au niveau de la mer et située à une profondeur de l'ordre d'une centaine de kilomètres; cette pression étant due en principe au poids des couches situées au-dessus de cette surface, la masse serait la même, en tous les points du Globe, dans les colonnes cylindriques de même section (plus exactement des troncs de cône) comprises entre cette surface et la surface terrestre. Aux endroits correspondant à des plaines, ces couches ont une certaine densité moyenne ; aux endroits correspondant à des chaînes de montagne la densité moyenne est plus faible , puisque la colonne est plus haute et que la masse totale doit être la même.

Cette conception a été appuyée depuis une vingtaine d'années par des travaux dont les plus importants sont dûs à Hayford et à Bowie. Ils ont évalué pour toute la Terre les densités de la couche située au-dessus de la surface supposée à pression constante, et pour cela divisé la Terre en compartiments de forme et d'étendue diverses pour lesquels ont été évalués le relief moyen et la densité moyenne des matériaux superficiels. On peut alors faire à la valeur de la pesanteur en chaque point une correction correspondant à la répartition des masses ainsi obtenue. Effectuant ce travail pour les Etats-Unis, Hayford et Bowie ont constaté que cette correction réduisait beaucoup les anomalies de la pesanteur auxquelles on avait été conduit antérieurement et donnait comme résultat d'ensemble une distribution à peu près régulière de la pesanteur. Ils sont arrivés à une conclusion analogue pour les déviations de la verticale. Depuis ont été faits des travaux du même genre portant sur d'autres régions de la Terre ; en particulier ont été obtenues des mesures en mer plus précises que celles qu'on possédait jusqu'alors, grâce à une méthode établie par un géodésien hollandais, Vening Meinesz, et qui consiste à utiliser, dans des conditions spéciales, des appareils à pendule dans un sous-marin en plongée ; l'agitation superficielle de la mer est très réduite à une profondeur de quelques dizaines de mètres, et les difficultés que présentent les mesures de pendules sur un navire du fait des mouvements continuels sont ainsi atténuées.

Sans entrer dans le détail des résultats, la conclusion générale paraît être que les valeurs de la pesanteur telles qu'elles sont après cette correction, dite correction isostasique, donnent une répartition assez régulière. Les partisans de la théorie de l'Isostasie considèrent ce résultat comme une justification de la théorie (1).

(1) V. Général G. Perrier, Les raisons géodésiques de l'Isostasie terrestre, Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1926. p. B. 1-131. — William Bowie, Isostasy. New-York, Dutton and C°, 1927.

La conception de l'Isostasie sous la forme précédente est, en quelque sorte, purement mathématique : on admet l'existence de la surface d'égale pression sans l'interpréter physiquement. Une autre forme de cette conception a été proposée par Airy ; elle est reliée à l'idée, généralement admise par les géologues et les géophysiciens, que les couches les plus voisines de la surface du Globe, sur une épaisseur de 50 à 100 km., sont constituées par des roches formant ce qu'on appelle la croûte terrestre ; au-dessous seraient des couches plus denses que la croûte, avec des propriétés physiques assez différentes et en particulier une certaine plasticité permettant des déformations sous l'action d'efforts prolongés ; on donne généralement à ce milieu le nom de magma. Pour Airy, l'équilibre qui s'établit est une sorte d'équilibre hydrostatique, dans lequel la croûte et le magma jouent grossièrement le rôle d'un solide et d'un liquide ; la croûte reposerait sur le magma en y pénétrant plus ou moins profondément ; sous les chaînes de montagnes, la croûte serait plus épaisse qu'aux autres points et pénétrerait plus profondément dans le magma plus dense, recevant ainsi de sa part un excès de poussée vers le haut faisant équilibre au poids supplémentaire des montagnes. Dans l'interprétation des anomalies de la pesanteur, cette conception, plus satisfaisante physiquement que celle de Pratt, se prête plus difficilement au calcul, et n'a pas donné lieu à des travaux aussi étendus, de sorte qu'on n'est pas fixé sur son degré de probabilité par rapport à l'autre.

L'intérêt de l'Isostasie ne réside pas seulement dans ce fait qu'elle permet d'interpréter les anomalies que présentait la répartition de la pesanteur à la surface du Globe. Son véritable intérêt est dans les idées qu'elle apporte sur l'état des couches superficielles du Globe et leur évolution. L'érosion sous l'action des eaux et des vents agit constamment, use progressivement les reliefs, et rassemble les sédiments en des endroits déterminés, particulièrement dans les régions des mers où les fleuves apportent les sédiments de toutes sortes charriés par eux. Le poids des chaînes de montagnes diminue ainsi constamment ; alors que le poids augmente aux endroits où se font les dépôts sédimentaires. Les pressions qui s'exercent sur la surface idéale de Prati tendent ainsi, pour maintenir l'équilibre, à soulever constamment la croûte terrestre à l'aplomb des chaînes de montagnes, tandis que la croûte s'abaisse au contraire à l'aplomb des sédiments. Les partisans de l'Isostasie attribuent un rôle important, dans l'évolution de la croûte terrestre, aux mouvements lents vers le haut ou vers le bas ainsi provoqués, et qui doivent être réunis par des mouvements horizontaux. Dans la conception d'Airy, on est conduit à des idées analogues. Il n'y a pas de raisons, si on admet que l'équilibre isostasique existe actuellement, de ne pas admettre qu'il a existé aux époques antérieures. Les conditions d'évolution de la croûte terrestre aux époques géologiques, évolution qui continue à l'heure actuelle, sont ainsi reliées à l'idée de l'équilibre isostasique, et d'importants problèmes géologiques se présentent sous un aspect nouveau.

*
* *

Rigidité du Globe. — Pour l'étude des couches plus profondes que la croûte terrestre, on a imaginé diverses méthodes. Certaines donnent des renseignements globaux, s'appliquant soit à l'ensemble de la Terre, soit à des domaines très vastes et plus ou moins mal définis. Telles sont les méthodes qui permettent d'évaluer la rigidité du Globe, ou, ce qui revient au même, sa déformabilité. Je ne les décrirai pas ici, et je rappellerai seulement qu'elles consistent à étudier les marées de l'écorce terrestre, c'est-à-dire les déformations que subit l'écorce sous les actions combinées de la Lune et du Soleil. Ces marées sont tout à fait analogues aux marées océaniques, et l'une des méthodes employées pour les évaluer consiste justement à étudier l'ampltitude moyenne des marées océaniques. Celles-ci sont mesurées par rapport à des repères solidaires de la partie solide du Globe. D'autre part, on peut calculer leur amplitude d'après les forces attractives que la Lune et le Soleil exercent sur l'eau des océans. Or on constate que l'ampltitude mesurée est plus faible que l'amplitude calculée ; elle en est, en gros, les deux tiers. On interprète ce résultat en admettant que les repères ne restent pas fixes parce que la partie solide du Globe se déforme elle-même. La marée, ou dénivellation moyenne du sol est ainsi environ le tiers de la dénivellation moyenne des eaux de la mer, soit une vingtaine de centimètres. De ce résultat on déduit, en appliquant la théorie de l'élasticité à l'ensemble du Globe, que sa rigidité est du même ordre de grandeur que celle de métaux comme le fer ou le platine.

Les évaluations de la rigidité du Globe qui ont été obtenues par d'autres procédés s'accordent assez bien avec la précédente, et de cet ensemble de travaux il résulte avec certitude que l'intérieur du Globe terrestre est, du moins en très grande partie, à l'état solide, et non à l'état liquide, comme cela était admis généralement autrefois.

*
* *

Etude de l'intérieur du Globe par la Seismologie. — Depuis une vingtaine d'années s'est développé un procédé d'étude de l'intérieur

du Globe, fondé sur la Seismologie. Lorsqu'un tremblement de terre se produit, le mouvement se transmet dans toutes les directions par des ondes de plusieurs espèces, et reste sensible jusqu'à des distances de l'origine d'autant plus grandes que le tremblement de terre a été plus violent. Avec les seismographes modernes, on peut enregistrer sur toute la Terre le mouvement provenant des séismes les plus importants.

Parmi ces ondes, il en est deux espèces qui se propagent par l'intérieur de la Terre ; celles qui parviennent en un Observatoire situé à une certaine distance de l'origine du séisme se sont enfoncées jusqu'à une profondeur d'autant plus grande que cette distance est elle-même plus grande. La figure 183 représente le mouvement du sol enregistré à l'Observatoire du Parc Saint-Maur, près de Paris, lors du tremblement de terre de Corinthe du 22 avril 1928 ; on y voit en P, S et L les débuts de l'arrivée de

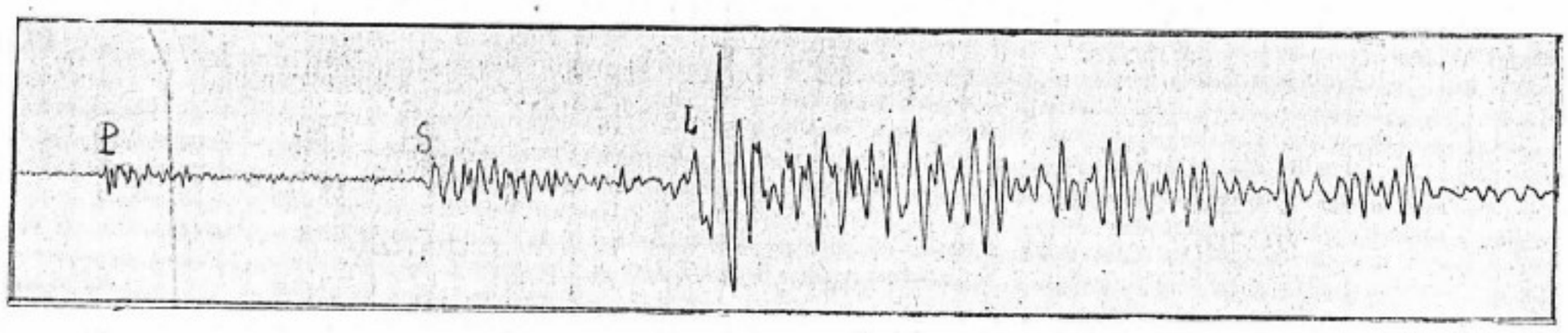


Fig. 183. — Mouvement horizontal du sol enregistré à l'Observatoire du Parc St Maur lors du tremblement de terre de Corinthe du 22 Avril 1928. — Composante Est-Ouest — Amplitude maximum : deux dixièmes de millimètre.

trois sortes d'ondes ; les deux premières se sont propagées par l'intérieur du Globe ; les suivantes, plus fortes, ont suivi la surface.

Des graphiques enregistrés dans les divers observatoires répartis sur le Globe on peut déduire, en s'appuyant sur la théorie de la propagation des ondes dans les milieux solides, les valeurs de la vitesse de propagation aux différentes profondeurs. Or les expressions de ces vitesses contiennent la densité et deux coefficients d'élasticité, le coefficient de traction appelé encore module d'Young et le coefficient de torsion, appelé encore module de rigidité ou module de Coulomb. Comme il y a deux espèces d'ondes, on a ainsi deux relations numériques où interviennent ces trois propriétés des milieux traversés par les ondes dans leur trajet à travers l'intérieur du Globe. Ce n'est pas suffisant pour connaître numériquement les coefficients qui caractérisent ces propriétés, mais cela permet de savoir comment elles varient avec la distance au sol ; d'ailleurs, si on admet une loi de la variation de la densité, sur laquelle on a comme je l'indiquais plus haut quelques indications provenant d'autres sources, on peut déduire des valeurs des vitesses des ondes séismiques les valeurs des deux coefficients d'élasticité.

Un résultat général auquel on arrive est que ces coefficients d'élasticité croissent avec la profondeur, c'est-à-dire que les matériaux qui composent le Globe terrestre sont en moyenne d'autant plus rigides, d'autant plus résistants aux actions mécaniques, qu'ils sont plus éloignés de la surface. Un autre résultat est qu'à certaines profondeurs se manifeste une variation rapide dans les propriétés ; le Globe serait ainsi constitué par des couches grossièrement concentriques se différenciant les unes des autres par leurs propriétés. Au-dessous de la croûte rocheuse superficielle serait une couche de magma s'étendant jusqu'à une profondeur d'environ 1.200 km. ; d'autres couches s'étageraient l'une entre 1.200 et 1.700 km., une autre entre 1.700 et 2.500 km. ; au-delà serait un noyau central sur lequel les données sont encore très problématiques. Il s'en faut d'ailleurs de beaucoup que pour les couches moins profondes on soit arrivé à la certitude ; la méthode de recherche fondée sur l'étude des ondes séismiques est encore trop récente pour avoir donné des résultats précis, mais elle est riche d'espoirs par son ampleur et sa généralité (1).

*
* *

Etat thermique du Globe. Rôle de la radioactivité. — Il serait très important de connaître la température des couches profondes du Globe. On sait par les observations faites dans les trous de sondage dont très peu atteignent 2 km., que la température croît avec la profondeur ; l'accroissement est d'environ 1° par 33 mètres au voisinage de la surface ; on ne sait ce que cette variation devient à de plus grandes profondeurs. Les phénomènes volcaniques nécessitent une température supérieure à celle de la fusion des basaltes, c'est-à-dire au moins

(1) J'ai développé ce sujet dans une autre publication : L'Etude du Globe terrestre par la Seismologie, *Bulletin de la Société Astronomique de France*, novembre 1927.

1.200 à 1.300°. Du fait de la décroissance de la température vers la surface dans les couches superficielles, il résulte qu'il se produit un flux de chaleur vers l'extérieur, la Terre perd constamment de la chaleur. On en concluait jadis qu'elle se refroidit ; on avait calculé la vitesse de ce refroidissement, et c'était un des éléments des idées relatives à l'évolution de la Terre. Mais la découverte de la radioactivité a bouleversé ces conceptions. Les éléments radioactifs dégagent de la chaleur au cours de leurs transformations continuelles. On connaît la teneur moyenne des roches superficielles en produits radioactifs, et on peut en déduire le dégagement de chaleur général qui leur est dû. Le résultat est que si cette teneur se maintient sur une profondeur de quelques dizaines de kilomètres, la production de chaleur est suffisante pour équilibrer la perte continuelle que je viens de rappeler. Si la teneur reste la même à des profondeurs plus grandes, non seulement l'intérieur de la Terre ne se refroidit pas, mais sa température doit s'élever constamment. L'évolution calorifique de la Terre est donc peut-être très différente de celle qu'on admettait.

On a fondé sur ce rôle des substances radioactives des considérations de genres divers, ayant actuellement un caractère hypothétique, mais qui sont néanmoins de grand intérêt (1). Par exemple, si en certains points la teneur en éléments radioactifs est particulièrement forte, la température peut s'élever jusqu'à dépasser la fusion de roches telles que les roches basaltiques ; le basalte occupe un volume plus grand à l'état liquide qu'à l'état solide ; l'extension résultant de la fusion doit donc produire une pression tendant à projeter dehors les matières en fusion s'il se présente des fissures favorables, ce qui donne une interprétation des éruptions volcaniques. Il n'est pas douteux que la radioactivité apporte un élément nouveau de grande importance dans l'étude de l'état actuel de l'intérieur du Globe.

***

Le magnétisme terrestre. Sa répartition. — Un chapitre de la Physique du Globe d'un caractère très différent des précédents est celui où l'on s'occupe des éléments magnétiques. Leur étude tire une grande importance pratique du fait de l'emploi des boussoles dans la navigation maritime et aérienne ; elle est liée, d'ailleurs, à de nombreux problèmes scientifiques importants dont nous allons examiner quelques-uns.

La répartition des forces magnétiques à la surface de la Terre est très grossièrement celle qui serait due à un aimant situé au centre du Globe et dirigé suivant un diamètre peu éloigné de l'axe de rotation (faisant un angle d'environ 11° avec cet axe). Mais d'une part, la répartition réelle diffère très notablement de la distribution régulière que donnerait un tel aimant, et d'autre part elle évolue constamment. Il est donc nécessaire d'en faire des études précises et détaillées.

Dans chaque pays sont faites des mesures magnétiques. En France, après des mesures échelonnées au cours du XIXe siècle, a été établi en 1896 un réseau magnétique fondé sur les mesures exécutées par Moureaux en environ 600 stations. Actuellement vient d'être terminé un grand travail effectué sous les auspices du Comité français de Géodésie et de Géophysique et comportant des mesures en plus de 1.300 stations ; c'est, je crois, le réseau magnétique le plus serré que l'on possède actuellement.

La densité des mesures magnétiques dans les différentes régions de la Terre est naturellement très irrégulière : il est cependant désirable pour les études relatives à la distribution générale de posséder des résultats de mesures réparties sur toute la Terre. Aussi le Service Magnétique de l'Institution Carnegie de Washington a-t-il rendu un service précieux en profitant des puissants moyens qu'il a à sa disposition pour envoyer dans toutes les parties du Globe des missions qui ont exécuté des mesures magnétiques dans les régions qui en manquaient le plus ; de plus, ce Service a fait construire un navire spécial agencé de manière à ce que les difficultés inhérentes aux mesures magnétiques en mer fussent réduites autant que possible. C'est un navire à voiles, dans la construction duquel n'entre pas de fer ; il possède un moteur auxiliaire, qui est en bronze, l'acier n'a été employé que pour quelques petites pièces, les soupapes par exemple ; les appareils sont posés sur des supports spéciaux étudiés de manière à réduire les difficultés provenant du mouvement du navire. Le « Carnegie » a effectué de longues croisières, au cours desquelles ont été faites sur toutes les mers des mesures plus précises que celles faites antérieurement, et très précieuses pour la connaissance générale du magnétisme terrestre, puisque les mers occupent la plus grande partie de la surface du Globe.

Les résultats des mesures effectuées à différentes époques montrent que le magnétisme terrestre évolue continuellement dans sa répartition et aussi dans son intensité. Cette variation, dite variation séculaire, est sans doute liée à l'évolution générale du Globe, mais, bien que son étude ait tenté beaucoup de chercheurs, on n'a pas jusqu'à présent d'éléments précis sur son origine. Aussi je n'y insisterai pas ici. Je

(1) J. Joly. Radioactivity and Geology, London, Constable and Co.

n'insisterai pas non plus sur les relations possibles entre les irrégularités de la distribution du magnétisme terrestre, en d'autres termes les anomalies magnétiques, et la composition et la structure du sous-sol ; j'en dirai seulement quelques mots tout à l'heure en vous parlant de l'application de la Géophysique à la prospection.

L'étude analytique de l'ensemble des mesures magnétiques sur la surface du Globe permet d'évaluer approximativement la fraction des forces magnétiques qui a sa source dans l'intérieur du Globe et celle qui a sa source à l'extérieur ; on trouve que la plus grande partie, environ 94 %, provient de l'intérieur ; dans le reste, la moitié à peu près, soit environ 3 % du total, provient de l'extérieur ; le résidu se présente d'une manière spéciale et indirecte dans l'analyse générale.

L'origine du magnétisme terrestre est donc surtout dans l'intérieur du Globe ; la recherche de la nature de cette origine est un problème fondamental, mais dont on ne possède pas actuellement de solution satisfaisante. On a attribué cette origine à une aimantation des couches profondes du Globe, et on a rapproché cette hypothèse du fait que les évaluations de la densité et de la rigidité auxquelles on a été conduit par les méthodes indiquées tout à l'heure pour l'intérieur du Globe sont du même ordre de grandeur que pour le fer, qui est le métal le plus magnétique ; ce noyau aimanté jouerait le rôle de l'aimant central invoqué ci-dessus. On penche plutôt aujourd'hui pour une interprétation fondée sur l'existence de courants électriques circulant dans l'intérieur du Globe en des trajectoires circulaires, et on a proposé diverses théories pour expliquer la production de tels courants du fait du mouvement de rotation de la Terre. La discussion de ces théories nous entraînerait trop loin, et d'ailleurs n'a pas abouti à des résultats décisifs.

Nous trouverons des résultats d'un intérêt plus immédiat dans l'étude des variations périodiques et des variations accidentelles des éléments magnétiques, variations qui sont liées aux actions magnétiques provenant de l'extérieur du Globe.

***

Variations des éléments magnétiques. Orages magnétiques. — Les éléments magnétiques subissent des variations continuelles. Les courbes données par les appareils qui enregistrent ces éléments sont rarement exemptes d'accidents ; elle sont d'ordinaire plus ou moins dentelées, de manière très irrégulière. Pour déduire de ces courbes les variations diurne et annuelle des éléments magnétiques, on procède donc, comme pour les éléments météorologiques, en prenant des moyennes sur un long intervalle de temps. C'est la variation diurne qui a donné lieu aux observations les plus intéressantes.

Cette variation diurne est assez forte pour qu'on puisse la mesurer avec précision ; par exemple à Paris, la déclinaison magnétique est la plus faible vers 8 h. du matin, et la plus forte un peu après midi ; l'amplitude moyenne de sa variation diurne est de 9' ; cette amplitude est la plus grande en été, pendant lequel elle atteint une valeur à peu près double du minimum d'hiver. On a pu faire une étude analytique de cette variation diurne analogue à celle signalée plus haut relative au magnétisme terrestre lui-même, et distinguer aussi la fraction qui provient de l'intérieur du Globe et celle qui provient de l'extérieur. Mais cette fois c'est la partie provenant de l'extérieur qui est la plus forte, environ les trois quarts de l'ensemble. Schuster a rendu compte de ce fait par une théorie qui attribue la variation diurne des éléments magnétiques à l'existence dans la haute atmosphère de courants électriques périodiques ; ces courants seraient des courants induits, dûs à des mouvements alternatifs de l'atmosphère produits par les variations de la radiation solaire et par l'action gravifique de la Lune et du Soleil. Pour que ces mouvements entraînent la production de courants induits, il est nécessaire que l'atmosphère possède une certaine conductibilité électrique, que l'on peut évaluer d'après la valeur numérique de la variation magnétique diurne. On trouve une conductiblité énormément plus grande que celle présentée par les couches basses de l'atmosphère, où l'on peut mesurer directement la conductibilité. Cette évaluation, faite pour la première fois par Schuster et précisée depuis par plusieurs physiciens, et en particulier par Chapman, manifeste ainsi l'existence dans la haute atmosphère de couches présentant une forte conductibilité électrique. On a fondé sur l'existence de ces couches conductrices une explication de la propagation des ondes de T.S.F. autour de la Terre, qui paraît assez satisfaisante. Quant à l'origine de cette forte conductibilité, on peut l'attribuer en partie à l'ionisation de la haute atmosphère par la radiation solaire ; la conductibilité électrique d'un gaz est due comme on sait à la présence dans le gaz de particules électrisées, les ions, les unes chargées d'électricité positive, les autres d'électricité négative, qui se déplacent dans des directions opposées sous l'action de forces électromotrices. Les rayons solaires de courtes longueurs d'onde ionisent les gaz, c'est-à-dire partagent une petite fraction de leurs molécules en deux parties chargées d'électricité de signes contraires. Cette ionisation se produit sans doute de manière

active dans la haute atmosphère, où le rayonnement solaire parvient riche en rayons de courte longueur d'onde, lesquels sont ensuite absorbés par l'atmosphère avant d'arriver au sol.

La variation diurne des éléments magnétiques est en relation étroite avec les phénomènes solaires caractérisés par les taches. Ces taches apparaissent de manière irrégulières sur le disque solaire, qu'elles parcourent d'un bord à l'autre en 13 jours environ, en se modifiant

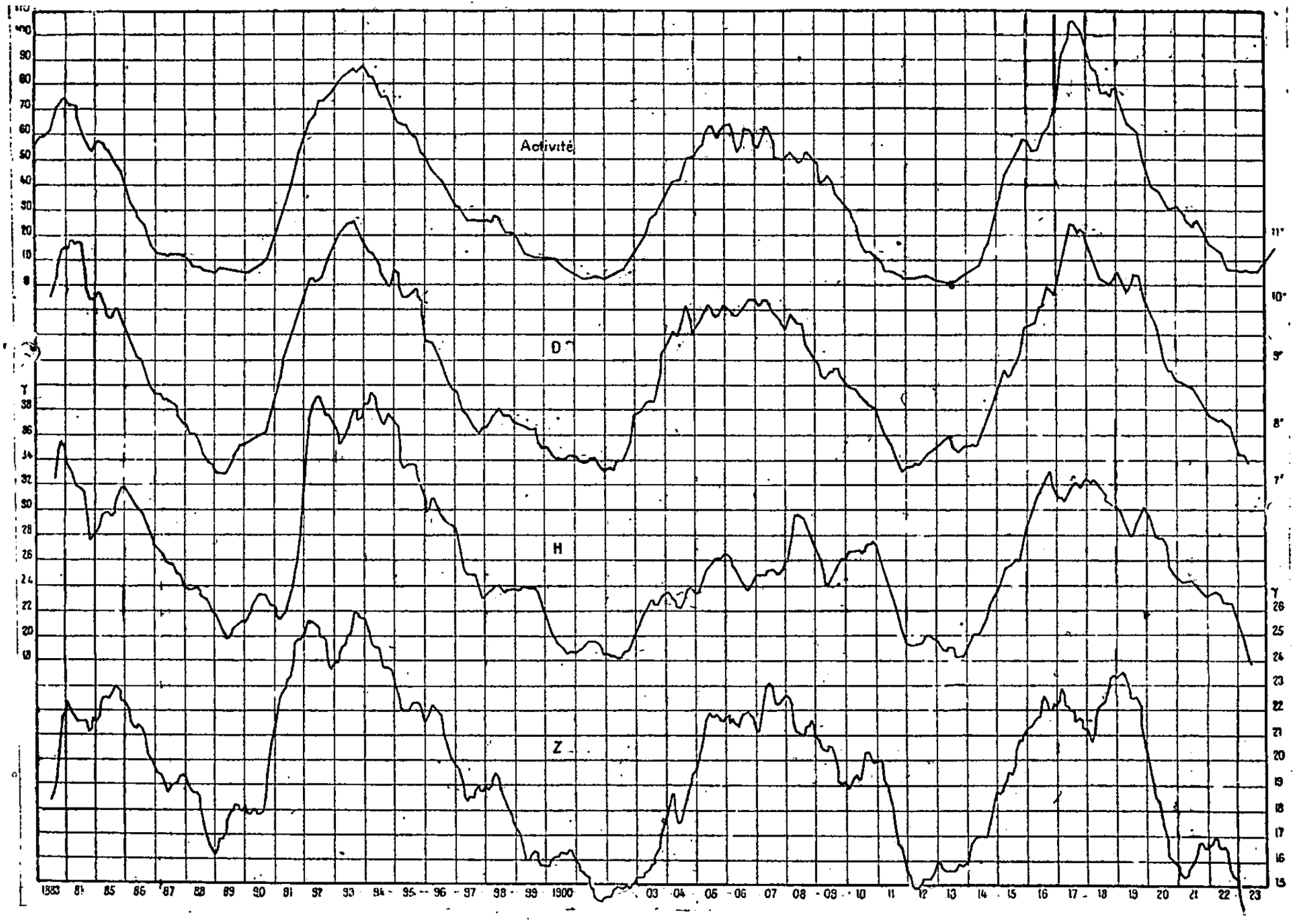


Fig. 184. — Variations des moyennes mensuelles de l'activité solaire et des moyennes mensuelles de l'amplitude diurne de la déclinaison et des composantes horizontale et verticale de la force magnétique terrestre, d'après 41 années d'observation (1883-1923) aux observatoires du Parc St Maur et du Val-Joyeux.

de manière plus ou moins rapide. Leur nombre et leur importance sont très variables, mais une étude statistique prolongée manifeste dans l'activité des taches ou, comme on dit souvent, dans l'activité solaire, une période très nette, qui est d'un peu plus de onze ans. Aux époques récentes, l'activité solaire a été maximum en 1906, 1917, et approche actuellement d'un nouveau maximum ; entre ces maximums se produisent des minimums très accentués. Ces variation se retrouvent dans l'amplitude de la variation diurne des éléments magnétiques. La fig. 184 représente, par exemple, pour 41 années (1883-1923) d'observations magnétiques à Paris, ou plus exactement dans les observatoires du Parc Saint-Maur et du Val-Joyeux, voisins de Paris, les moyennes mensuelles des amplitudes diurnes de la déclinaison magnétique et des composantes horizontale et verticale de la force magnétique, et les moyennes mensuelles de l'activité des taches solaires, d'après les nombres dits de Wolf et Wolfer, qui caractérisent le nombre et l'importance des taches existant sur le Soleil à un moment donné. Le parallélisme des graphiques magnétiques avec le graphique solaire n'est pas complet, ce qui s'explique par les influences terrestres qui s'exercent dans la haute atmosphère et interviennent par suite dans la production des courants auxquels on attribue la variation magnétique diurne ; mais il manifeste cependant avec netteté la liaison des deux phénomènes. Nous verrons tout à l'heure quel peut être le mécanisme de cette liaison.

Les éléments magnétiques présentent des variations irrégulières fréquentes, manifestées par des accidents très variés des graphiques fournis par les appareils enregistreurs. On donne souvent le nom d'orages magnétiques aux per-

turbations magnétiques les plus fortes (fig. 185). Dans un orage magnétique l'amplitude des variations de la déclinaison magnétique est fréquemment de quelques dixièmes de degré, et dépasse encore assez souvent un degré ; l'intensité de la force magnétique peut varier de quelques centièmes de sa valeur. Les variations sont les mêmes et pratiquement simultanées dans une région de petite étendue par rapport à la surface de la Terre, par exemple à des distances de quelques centaines de kilomètres. Les plus fortes perturbations sont enregistrées presque simultanément en tous les points de la

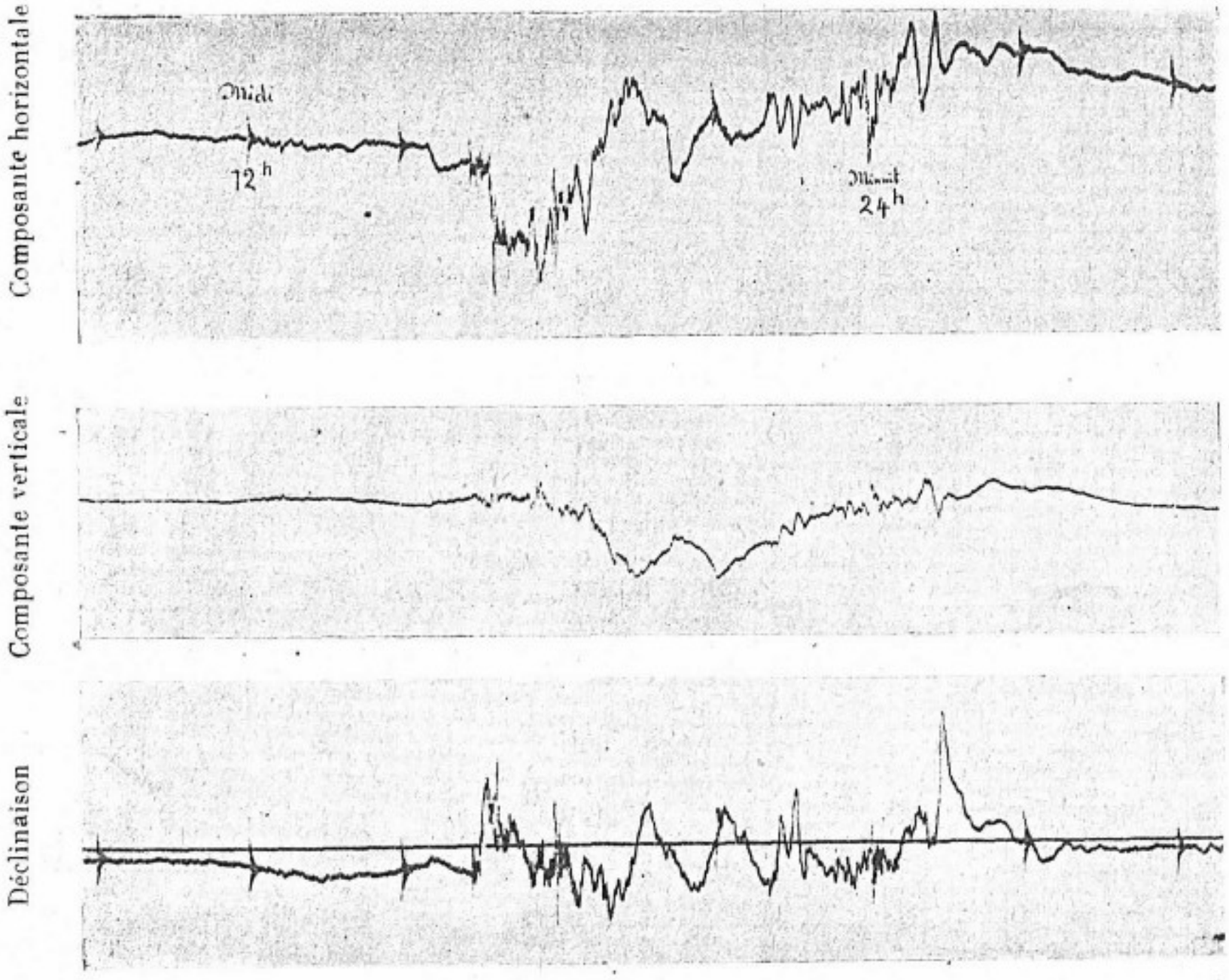


Fig. 185. — Orage magnétique du 26 Janvier 1926. Variations des éléments magnétiques enregistrées à l'Observatoire du Val-Joyeux. La déclinaison a varié d'un degré, et la composante horizontale de 2,3 % de sa valeur.

Terre, mais les graphiques enregistrés en des observatoires très éloignés les uns des autres présentent des différences ; en général les variations sont plus fortes et plus hachées dans les régions polaires que dans les régions de faible latitude.

Ces orages magnétiques ne sont pas liés, au moins de manière sensible, à des perturbations météorologiques, mais sont généralement accompagnés d'autres phénomènes. En particulier, il se produit pendant les orages magnétiques des courants parasites dans les lignes conductrices, telles que les lignes télégraphiques ou téléphoniques, courants qui sont parfois assez forts pour gêner les communications ou même les empêcher complètement. En certains observatoires magnétiques, on étudie de manière systématique les courants dits telluriques. Ce sont des courants de faible intensité qui se produisent de manière presque constante dans un fil conducteur reliant deux électrodes enfoncées dans le sol. Les lignes employées pour l'étude des courants telluriques ont d'ordinaire quelques kilomètres ; par exemple des mesures ont été faites pendant longtemps à l'Observatoire du Parc Saint-Maur sur deux lignes Nord-Sud et Est-Ouest de 14 km. ; actuellement, à l'Observatoire du Val-Joyeux les deux lignes utilisées ont seulement 1 km. On est loin de connaître les lois de ces courants telluriques, mais ils sont certainement en liaison avec les perturbations magnétiques ; lorsqu'il y a orage magnétique, les courants telluriques sont généralement beaucoup plus intenses et plus variables qu'aux autres moments. Les graphiques qu'on obtient alors avec des appareils enregistreurs ont un aspect analogue à celui des diagrammes des éléments magnétiques eux-mêmes.

Les aurores polaires sont aussi en liaison avec les orages magnétiques. Dans nos régions, lorsqu'il se produit un fort orage magnétique à une heure et par un temps favorable à l'obser-

vation des phénomènes célestes, on constate presque toujours en même temps la présence d'une aurore. Dans les régions polaires, où les aurores sont beaucoup plus fréquentes qu'à nos latitudes, la correspondance paraît moins générale ; dans la recherche de cette correspondance il peut arriver qu'une aurore échappe à l'observation, mais les perturbations magnétiques sont toujours décelées par les appareils enregistreurs, et il arrive assez fréquemment qu'une aurore n'est pas accompagnée de perturbation magnétique. Les rayons des aurores, qui s'étagent sur des hauteurs comprises généralement entre 80 et 200 kilomètres, et s'étendent exceptionnellement jusqu'à environ 400 km. vers le bas et 1.000 km. vers le haut, sont fréquemment parallèles aux lignes de force magnétique, particularité qui, comme les moments où elles apparaissent, les relie au magnétisme terrestre.

D'ailleurs ces phénomènes connexes, perturbations magnétiques, courants telluriques, aurores polaires, sont en liaison avec les phénomènes solaires. Lorsqu'un orage magnétique se produit, on constate généralement la présence sur le disque solaire d'une tache importante ou d'un groupe de taches, qui passe par le méridien central du Soleil un certain temps, de l'ordre de deux jours, avant que l'orage se produise. De là l'idée que les taches seraient une manifestation de phénomènes solaires au cours desquels se produirait une émission de particules électrisées ; ces particules, en arrivant dans l'atmosphère terrestre, l'enrichiraient en ions d'abord du fait de leur présence, et aussi en exerçant une action ionisante sur les molécules rencontrées par elles. Ainsi, la conductibilité électrique de l'amosphère augmenterait brusquement, d'où un accroissement de l'intensité des courants électriques dûs aux mouvements de l'atmosphère ; la variation diurne des éléments magnétiques est attribuée comme il a été dit tout à l'heure aux courants correspondant aux mouvements atmosphériques réguliers ; l'amplitude de cette variation diurne doit donc être la plus grande aux époques où les orages magnétiques sont les plus fréquents, c'est-à-dire aux époques de maximum des taches solaires, comme l'observation l'indique. D'autre part les mouvements irréguliers de l'atmosphère doivent provoquer la création de courants induits passagers dont l'action électromagnétique à la surface du Globe constituerait l'origine de perturbations magnétiques. Les rayons des aurores seraient les trajectoires dans la haute atmosphère raréfiée des particules électrisées arrivant du Soleil ; ce phénomène serait analogue aux phénomènes lumineux produits par les décharges électriques dans les tubes à gaz raréfiés ; l'analyse des actions des forces magnétiques sur les particules électrisées en mouvement montre que les trajectoires tendent à se rapprocher des lignes de force, ce qui s'accorde avec la direction des rayons auroraux ; l'action électromagnétique de ces charges électriques en mouvement interviendrait dans les perturbations magnétiques. Enfin, les courants électriques de la haute atmosphère produiraient par induction dans l'intérieur du Globe des courants, ce qui expliquerait l'ampleur particulière des courants telluriques au moment des orages magnétiques.

Ces conceptions auxquelles se rattachent les travaux de Birkeland, Villard, Deslandres, Störmer, interprètent de manière satisfaisante dans l'ensemble l'origine des perturbations magnétiques et des phénomènes connexes. Elles font intervenir la conductibilité électrique de la haute atmosphère, et se relient ainsi aux idées auxquelles on a été conduit dans l'étude de la propagation des ondes de T.S.F.

Il s'en faut d'ailleurs de beaucoup que tous ces phénomènes, évidemment très complexes, soient expliqués dans le détail. Par exemple, il arrive fréquemment que des perturbations magnétiques se produisent alors qu'aucune tache n'est visible sur le Soleil, et même, parfois, sans qu'il y ait eu de tache apparente ni les jours précédant, ni les jours suivant celui pendant lequel s'est produite la perturbation. On peut considérer les taches solaires comme seulement une manifestation d'une activité solaire qui intervient dans la production des perturbations magnétiques et des phénomènes connexes.

Un point intéressant dans l'étude de ces relations entre les phénomènes solaires et les phénomènes terrestres est l'étude de l'intervalle de temps qui s'écoule entre les uns et les autres. On a signalé quelques cas de simultanéité à peu près parfaite entre l'apparition d'un phénomène lumineux intense sur le Soleil et une perturbation magnétique. Mais on peut se demander s'il ne s'agit pas là de coïncidences accidentelles ; il y a très fréquemment des perturbations magnétiques ; il peut arriver qu'il s'en produise une à l'instant même d'un phénomène solaire sans que celui-ci soit la cause directe de la perturbation. Au cours de l'étude statistique que j'ai indiquée plus haut, j'ai cherché comment varie l'activité solaire (caractérisée par les nombres de Wolf et Wolfer) avant et après les journées pendant lesquelles se produisent des perturbations magnétiques ; le résultat déduit des 41 années d'observations utilisées est que l'activité solaire passe par un maximum qui précède d'environ 2 jours 1/2 les journées à perturbation magnétique ; cet intervalle de temps est plus grand aux époques de faible activité solaire, pendant lesquels il est en moyenne 3 jours 3/4. Ce décalage présente une généralité bien établie, ce qui n'est pas le cas pour les

observations de simultanéité que je viens de signaler.

Ce court aperçu suffit à montrer que l'étude des phénomènes magnétiques terrestres embrasse des problèmes variés, et se relie d'une part à la Géologie, d'autre part aux propriétés de la haute atmosphère, enfin aux phénomènes solaires. Elle donne des éléments pour l'étude du Soleil ; je ne ferai que rappeler ici l'application faite récemment par M. Deslandres de l'observation d'une loi de distribution des orages magnétiques en relation avec la rotation solaire à l'étude de la répartition des éruptions solaires sur la surface du Soleil.

*
* *

Composition et propriétés de la haute atmosphère. — L'étude de la composition de la haute atmosphère est liée aussi à cet ensemble de phénomènes. Le spectre de la lumière produite par le passage de décharges électriques dans un tube contenant des gaz raréfiés dépend de la nature de ces gaz ; on peut donc espérer obtenir des indications sur la composition de la haute atmosphère en analysant au spectroscope les lueurs des aurores polaires.

Presque toutes les raies du spectre des aurores paraissent appartenir au spectre de l'azote, mais pour quatre d'entre elles cette attribution ne convient pas, particulièrement pour la célèbre raie verte dont la longueur d'onde est voisine de 5.578 Å. De toutes ces raies, aucune ne correspond à des raies de l'hydrogène ou de l'hélium ; cependant l'application de la loi de raréfaction de Laplace conduirait à admettre que la proportion de ces gaz légers croît avec la hauteur et devient prépondérante aux altitudes où se produisent les aurores. Vegard a obtenu au laboratoire la raie de l'aurore dans le spectre émis par de l'azote solide bombardé par des rayons cathodiques ; il en a conclu à la présence dans la haute atmosphère d'azote sous une forme spéciale, en particules solides extrêmement petites, qui deviendraient lumineuses sous l'action d'un rayonnement cosmique corpusculaire. Mais, depuis, Mac-Lennan a obtenu cette raie verte en faisant passer des décharges électriques dans divers mélanges gazeux à basse pression, par exemple des mélanges d'oxygène et d'hélium, d'hélium, oxygène et azote, d'oxygène et néon ; en particulier le mélange d'hélium, oxygène et azote donne le spectre complet de l'aurore. De l'ensemble de ces travaux, Mac-Lennan conclut actuellement que d'après le spectre de l'aurore, l'oxygène et l'azote doivent exister dans la haute atmosphère, alors que ce spectre ne donne aucune indication sur la présence de l'hydrogène, et ne nécessite pas non plus la présence d'hélium. Ces résultats n'appuient donc pas l'idée déduite de l'application de la loi de Laplace, c'est-à-dire l'hypothèse de la prépondérance des gaz légers dans la haute atmosphère.

L'attention a été rappelée ces temps-ci sur l'étude des propriétés de la haute atmosphère par les interprétations qui ont été proposées pour les particularités si curieuses de la propagation des ondes électromagnétiques. Cette étude est abordée de bien des manières. Nous venons d'en voir quelques-unes à propos du magnétisme terrestre. J'en rappellerai d'autres qui ont donné lieu à des travaux récents.

Les recherches de Fabry et Buisson, continuées par d'autres physiciens, en particulier Cabannes et Dufay, et fondées sur l'étude spectroscopique de l'absorption du rayonnement solaire, ont manifesté la présence de quantités d'ozone bien supérieures aux traces décelées dans le voisinage du sol. Ce qu'on sait de la production d'ozone à partir de l'oxygène sous l'action des effluves électriques permet de penser que l'entretien de l'ozone de la haute atmosphère est lié aux propriétés électriques. Déjà les observations ont mis en évidence des variations saisonnières de cette quantité d'ozone, et il y a là l'origine d'un procédé d'étude de l'atmosphère très intéressant.

L'étude de la propagation des ondes sonores donne un autre procédé d'un genre bien différent. Les ondes produites par des phénomènes sonores puissants, tels que certaines éruptions volcaniques ou de fortes explosions, sont décelées dans un premier domaine qui s'étend autour de leur origine d'une manière dissymétrique liée aux conditions météorologiques et en particulier à la direction du vent ; à ce domaine s'en ajoute généralement un autre très lointain, au-delà des zones sur lesquelles ne parvient pas d'ondes sensibles. Les observations précises faites à ce sujet paraissent nécessiter qu'une partie des ondes émises se propagent en s'élevant dans la haute atmosphère où ces ondes subissent une incurvation qui les ramène vers le sol (1).

Cette incurvation, analogue à celle qui produit le mirage optique, est l'indice d'un accroissement de la vitesse de propagation avec la hauteur dans une certaine région de l'atmosphère. Si la proportion de gaz légers croît avec la hauteur, il en résulte un accroissement de la vitesse de propagation du son, qui est en raison inverse de la racine carrée de la densité ; on a donc là une interprétation des particularités de la propagation des ondes sonores.

Une autre interprétation peut être fondée sur un relèvement de la température à partir d'une

(1) V. Ch. Maurain. Sur la propagation des ondes aériennes, (Fascicule spécial des Annales de l'Institut de Physique du Globe, 1926).

certaine altitude. Dans les couches basses de l'atmosphère, la température moyenne décroît comme on sait à hauteur croissante, jusqu'à la couche isotherme découverte par Teisserenc de Bort, et qui dans nos régions commence vers 10.000 ou 11.000 m. Cette couche s'étend jusqu'aux plus grandes hauteurs atteintes par les ballons-sondes, 25 ou même 30 km. On n'a pas de renseignements directs sur la température des couches plus élevées, mais Lindemann et Dobson ont déduit des indications de l'observation des météores. Cette observation donne les hauteurs d'apparition et de disparition des météores, qui sont celles où commence leur incandescence et celles où ils sont entièrement consumés ; elle donne aussi leur vitesse ; des considérations théoriques permettent de relier ces données à la densité et à la température des couches d'air dans lesquelles se déplace le météore. Lindemann et Dobson déduisent de leur travail qu'à grande altitude la température se met à croître avec la hauteur, devenant même plus élevée qu'au voisinage du sol. D'une telle variation de la température résulte un accroissement de la vitesse de propagation des ondes sonores, qui est proportionnelle à la racine carrée de la température absolue, et ce relèvement de la température doit entraîner une incurvation des ondes sonores vers le bas. En fait, la valeur du relèvement de la température à laquelle arrivent Lindemann et Dobson est insuffisante pour que ce relèvement suffise à interpréter l'incurvation des rayons sonores manifestée par les observations, et il faudrait ajouter une autre intervention, par exemple celle d'un enrichissement de l'atmosphère en gaz légers. Mais l'interprétation des données numériques obtenues dans l'observation des météores est difficile et incertaine, et il est possible que les études poursuivies dans cette voie conduisent à admettre une influence plus grande d'un relèvement de la température.

En somme, bien que l'étude de la haute atmosphère soit abordée par de nombreux procédés, cette étude, comme celle des couches profondes du Globe, présente beaucoup de problèmes non résolus, et l'une et l'autre offrent aux chercheurs des domaines encore peu explorés. C'est particulièrement sur ses propriétés électriques que se porte actuellement l'attention; l'étude de l'électricité atmosphérique constitue un chapitre important de la Physique du Globe ; M. Idrac vous en a parlé dans sa récente conférence, et je n'aborderai pas ce vaste sujet.

***

Application de méthodes géophysiques à la prospection. — Je viens d'exposer sommairement quelques-unes des méthodes utilisées pour l'étude du Globe. On cherche naturellement à les développer de manière que leur domaine d'application soit aussi grand que possible ; du côté de l'intérieur, on s'efforce de les étendre au Globe tout entier. Un problème particulier consiste à les appliquer à l'étude des couches les plus voisines de la surface. Ce problème a un grand intérêt pratique, parce que les solutions qu'il comporte offrent des procédés de prospection. Depuis quelque temps, on s'est beaucoup préoccupé des procédés géophysiques de prospection ; ils sont pour la plupart encore dans leur enfance, mais ils progressent rapidement, et apportent une contribution de plus en plus importante à la prospection fondée sur la Géologie. Voici les principaux :

Méthode gravimétrique. — Le détail de la répartition de l'intensité de la pesanteur à la surface dépend de la répartition des masses dans le sous-sol, et peut manifester la présence de gisements dont la densité est notablement plus grande ou plus faible que la densité moyenne des matériaux voisins de la surface. Celles du sel 2,2 environ, de la houille 1,2 à 1,5 sont notablement plus faibles ; celle des minerais métalliques est au contraire beaucoup plus forte, de 4 à 7 en général, et davantage pour certains.

Au point de vue mathématique, le problème ne comporte pas de solution précise; car, je le rappelais tout à l'heure, à une distribution donnée de l'intensité de la pesanteur à la surface peuvent correspondre une infinité de distribution des masses dans le sous-sol. Mais on peut étudier des cas particuliers du problème inverse, c'est-à-dire établir par le calcul les distributions à la surface correspondant à différents cas de distribution intérieure. Si alors, en faisant l'étude détaillée de la pesanteur dans une région, on trouve une distribution analogue à l'une de celles ainsi obtenues, on en conclura à la probabilité de la présence dans le sous-sol de certains gisements. Des renseignements de ce genre considérés seuls sont généralement insuffisants, mais combinés avec des renseignements d'ordre géologique ou déduits de l'application d'autres méthodes géophysiques, ils peuvent donner des indications d'une assez grande probabilité.

Les pendules qui servent d'ordinaire aux mesures de l'intensité de la pesanteur ne se prêtent pas bien aux études de détail qui conviennent pour des travaux de ce genre. Eötvös a établi un appareil qui est essentiellement une balance de torsion (1). Une tige suspendue horizontalement à un fil fin porte à ses extrémités des masses qui peuvent prendre des

(1) R. Eötvös, Rapports présentés au Congrès international de Physique de 1900, t. III, p. 371-393 ; Gauthier-Villars, Paris, 1900.

positions diverses. Les irrégularités de la distribution de la pesanteur autour de l'appareil se déduisent des déviations de la tige. Depuis quelques années sont construits divers types de la balance d'Eötvös qui permettent des opérations assez rapides sur le terrain.

Parmi les applications de cette méthode, on peut citer la découverte ou la localisation de gisements de sel, et l'étude de certaines configurations tectoniques qui accompagnent généralement les gisements de pétrole.

Méthode magnétique. — La présence de minerais magnétiques dans le sous-sol produit des anomalies dans la distribution des forces magnétiques à la surface ; ces irrégularités de distribution peuvent être utilisées pour la prospection de matière tout à fait analogue à l'utilisation des irrégularités de distribution de la pesanteur, et on peut répéter à peu près à ce sujet ce qui vient d'être dit. Là non plus le problème direct n'a pas de solution définie, mais on peut, comme dans le cas de la pesanteur, établir les distributions à la surface qui correspondent à des distributions types de gisements intérieurs. Le sujet se complique cependant du fait que ces gisements peuvent agir de deux manières : par l'aimantation qu'ils prennent sous l'action de la force magnétique terrestre, ou par une aimantation propre.

Il y a très longtemps que les anomalies magnétiques sont utilisées pour la prospection des minerais de fer, particulièrement en Suède. Des appareils très simples, sorte de boussoles d'inclinaison, ont été employés pendant longtemps. La méthode s'est beaucoup développée récemment ; on a construit des appareils appelés généralement variomètres, qui permettent des opérations rapides et précises ; leur pièce essentielle est un aimant mobile, comme un fléau de balance, autour d'un axe constitué par les arêtes d'un couteau ; on règle l'appareil en un point central de la région à étudier, de manière qu'un repère soit au zéro d'une division ; si on porte l'appareil en un autre point, le repère se déplace par rapport à la division, et son déplacement mesure la différence entre la valeur de la force magnétique au point central et sa valeur au point actuel.

Cette méthode s'applique particulièrement bien à la magnétite, minerai de fer très magnétique, et la forte densité de celle-ci, 5,15 environ, permet d'utiliser aussi la méthode gravimétrique. On peut citer comme exemple la découverte des gisements de fer de Koursk, dans la Russie centrale, due à l'application simultanée de la méthode gravimétrique et de la méthode magnétique (1). Des roches beaucoup moins magnétiques donnent cependant des anomalies utilisables ; par exemple, la méthode a été appliquée récemment en Alsace à la détermination de failles intéressantes pour la recherche du pétrole. Aux Etats-Unis, elle a servi pour la recherche de certains terrains aurifères ; ce sont des couches d'alluvions qui se sont formées dans des conditions telles que des parcelles de matières lourdes comme l'or ont été entraînées ; des parcelles de magnétite, qui est lourde aussi par rapport aux roches usuelles, ont été entraînées en même temps, et ce sont ces fragments de magnétite qui donnent à ces couches sédimentaires leurs propriétés magnétiques ; en général, plus leur magnétisme est grand, plus est grande leur teneur en or.

Méthode électrique. — Une autre propriété physique applicable à l'étude du sous-sol est la conductibilité électrique. Les minerais métalliques sont beaucoup plus conducteurs que les autres roches, et de manière générale la conductibilité des terrains et roches varie dans de larges limites d'après leur nature et leurs particularités, par exemple la teneur en sel.

La mesure de la conductibilité électrique à diverses profondeurs est donc susceptible de déceler la présence de gisements de minerais. Sur ce principe, M. C. Schlumberger a établi en France une méthode de prospection par courant continu (2) ; elle consiste à mesurer l'intensité de courant entre deux électrodes enfoncées dans le sol et reliées aux deux pôles d'une pile d'un certain nombre d'éléments. L'étalement et la pénétration en profondeur des lignes de courant dans le sol dépendent de la distance des électrodes ; en faisant varier celle-ci, on obtient des indications sur la valeur et la répartition de la conductibilité électrique.

La méthode a été appliquée, par exemple, à la recherche de minerais tels que la pyrite, et, comme les autres procédés, à l'étude d'accidents géologiques (failles, anticlinaux) présentant de l'importance pour la prospection du pétrole. Récemment elle a fait découvrir en Alsace un dôme de sel, dont la partie supérieure est seulement à une centaine de mètres de la surface, alors que dans cette région la profondeur normale des couches de sel est de l'ordre de 1.000 mètres.

On peut aussi employer des courants alternatifs de diverses fréquences ; les phénomènes sont plus complexes, la self-induction et la capacité intervenant alors en même temps que la conductibilité ; la méthode paraît donc d'une application plus difficile qu'avec le courant con-

(1) P. Lasareff. Sur les anomalies du magnétisme terrestre et de la gravité dans le Gouvernement de Koursk. (Journ. de Physique, série VI, t. V, p. 180, juin 1924).

(2) C. Schlumberger, Etude sur la prospection électrique du sous-sol. Paris, Gauthier-Villars, 1920. — La prospection électrique par les procédés Schlumberger, Paris, 1927.

tinu ; peut-être aussi est-elle plus riche, du fait même des différents facteurs mis en jeu.

Méthode séismique. — J'indiquais tout à l'heure comment l'étude des ondes émanées des tremblements de terre renseigne sur les propriétés mécaniques de l'intérieur du Globe et leur variation avec la profondeur. La méthode est applicable aux couches les plus voisines de la surface. On produit de petits tremblements de terre artificiels par des explosions ; le mouvement part d'un point bien déterminé et à un instant connu ; on peut enregistrer son arrivée en un certain nombre de postes peu éloignés, établis dans différentes directions, où sont installés des seismographes portatifs très sensibles, dont les indications sont transmises à un poste central et recueillies par un enregistreur à déroulement très rapide. Des graphiques obtenus on peut déduire les vitesses de propagation des ondes dans les couches superficielles ; ces vitesses ont pour les divers milieux des valeurs assez différentes, et les valeurs qu'on obtient constituent une indication sur les milieux parcourus par les ondes. D'ailleurs, de l'étude des graphiques, on peut, dans une certaine mesure, déduire l'existence et la profondeur de surfaces de discontinuité dans les propriétés du sous-sol, comme on le fait pour l'ensemble du Globe par l'étude des graphiques obtenus dans les observatoires très éloignés des tremblements de terre ; cela renseigne sur la présence, à une certaine profondeur, de gisements ayant des propriétés mécaniques différentes de celles des couches superficielles.

Les différences entre les propriétés des divers milieux par rapport aux ondes séismiques sur lesquelles est fondée cette méthode sont très notables ; par exemple, nous avons mesuré, MM. Eblé et Labrouste et moi, la vitesse de propagation des ondes seismiques provoquées par des explosions, d'une part dans un terrain granitique, d'autre part dans un gisement de calcaire crayeux, et trouvé 5.530 mètres par seconde dans le granite, et seulement 2.140 dans la craie. On conçoit donc que la méthode puisse présenter une assez grande sensibilité.

Il semble que ce procédé ait été appliqué surtout à la prospection du pétrole. On cite la découverte de plusieurs dômes de sel par les méthodes séismiques au Texas, où plusieurs autres ont été décelés par la méthode gravimétrique.

Telles sont les principales méthodes géophysiques de prospection qui se développent actuellement (1) ; on en utilise quelques autres, par exemple celles fondées sur la recherche de la radioactivité ou de la répartition de la température en profondeur. En combinant les indications données par plusieurs d'entre elles, on augmente naturellement beaucoup les chances de succès. D'ailleurs, dans certaines applications le problème se trouve simplifié ; c'est le cas, par exemple, si l'on se propose de chercher la direction que prend un filon dont une partie est en exploitation, de retrouver un filon coupé par une faille, ou de déterminer les limites d'un gisement reconnu en un point. Ces méthodes se prêtent généralement bien à l'étude de la structure des terrains et des accidents géologiques. Il est certain qu'elles prendront une importance de plus en plus grande, d'une part du fait des progrès généraux de la Géophysique, d'autre part parce que les résultats positifs obtenus donneront une documentation croissante sur la meilleure manière d'interpréter au point de vue de la prospection les anomalies gravimétriques ou magnétiques, les graphiques séismiques et les résultats des mesures de conductibilité.

*
* *

Je n'ai pas du tout la prétention d'avoir, dans ce rapide aperçu, présenté un exposé de la Géophysique moderne ; je me suis efforcé, en me limitant à quelques sujets, de montrer l'intérêt scientifique qu'offrent les études géophysiques par leur objet même, par la diversité des problèmes qui s'y posent, par leurs relations avec d'autres sciences ; j'ai indiqué, d'autre part, comment aux applications anciennes de la Géophysique s'ajoute en ce moment une application pleine d'espoirs à la recherche des richesses exploitables du sous-sol. Ces études sont donc dignes à divers points de vue de tenter les jeunes gens, et j'exprimerai en terminant le vœu que les chaires et Instituts de Physique du Globe qui ont été créés assez récemment dans plusieurs Universités françaises (1) voient leur clientèle s'accroître.

(1) De nombreuses publications ont paru sur ce sujet dans ces dernières années. Je ne saurais en donner ici une bibliographie même résumée ; en dehors des références notées ci-dessus, j'indiquerai des ouvrages généraux : R. Ambronn, *Methoden der angewandten Geophysik*, lib. Theodor Steinkopff, Dresden und Leipzig 1926. — *Geophysikalische Aufschliessungs methoden*, in : Gutenberg, Lehrbuch der Geophysik, t. III, Geb. Borntræger, Berlin, 1926. (E. A. Ansel, *Gravimestriche methoden*, p. 501. J. Bartels, *Erdmagnetische Aufschlussverfahren*, p. 553 ; *Elektrische Aufschlussverfahren*, p. 570. B. Gutenberg, *Die Verwendung von elastichen Wellen zur Erforschung der obersten Erdschichten*).

(1) V. Ch. Maurain, Les Etudes de Physique du Globe, (Annales de l'Université de Paris, janvier 1928).

MAZOUT OU CHARBON PULVÉRISÉ

QUEL EST NOTRE COMBUSTIBLE INDUSTRIEL DE DEMAIN ?...

par Raymond **THIÉBAUT**
Ingénieur textile

L'utilisation rationnelle du charbon est évidemment d'un intérêt capital pour la vie économique et industrielle d'aujourd'hui. L'idéal serait de supprimer complètement ses différentes manutentions, donc, de ce fait, de grandes quantités perdues. Comme chaque lecteur le sait déjà, on s'est efforcé de substituer le plus possible à la houille tous les résidus de distillation d'huiles lourdes que nous appelons « mazout » ; appellation impropre, d'ailleurs, car, en réalité, le mazout est en Russie le résidu de la distillation des pétroles bruts contenant des huiles lubrifiantes (ce sont alors tous les résidus quelconques d'origine pétrolière aptes à servir de combustible). C'est le grand géologue auvergnat « Lacoste » qui démontra que le corps des poissons antédiluviens subissant sous l'eau et à l'abri de l'air une « bituminisation », les matières grasses provenant de cette transformation — qui ne sont autres que du pétrole — mélangées aux sables sédimentaires auraient été entraînées par des courants marins dans des dépressions de terrains où la géologie moderne va les rechercher. Mais malgré les progrès considérables de cette dernière science, et en dépit des prévisions des grandes sociétés financières estimant que dans une dizaine d'années la production mondiale de pétrole sera doublée, elle ne demeure actuellement qu'à 70 millions de tonnes alors que celle de houille et de lignite atteint approximativement 1.250 millions, c'est-à-dire presque 20 fois plus. Et, sans s'intéresser à la qualité des pétroles bruts mais plutôt à la quantité de mazout dont nous pouvons disposer on voit que les statistiques les plus récentes accusent un total de 40 à 45 millions de tonnes de résidus de pétroles par an et dans le monde entier. Ces chiffres sont imposants, mais voyons rapidement quelle peut bien être la part de la France et quel en est son prix ?... Les Etats-Unis n'exportent guère que 15 o/o de leur production, la Roumanie 77 o/o, la Russie 10 o/o, le Japon, le Canada, la Galicie, rien ou à peu près. Le Mexique seul en est un pays vraiment exportateur vue son immense production pour sa petite quantité d'industries, mais uniquement pour l'Amérique du Sud ou du Nord et l'Angleterre. Reste aussi l'Asie qui exporte de deux à trois millions de résidus en Angleterre et en Hollande. En définitif, il ne reste sur le marché mondial que des quantités de 6 à 8 millions de tonnes. Quant au prix, la tonne qui valait 50 fr. en 1917, passa successivement à 100 fr. en 1918, 110 fr. en 1919, puis à 150 fr., 200 fr. et plus. Ces augmentations n'ont pas seulement pour cause l'élévation du prix du matériel et de la main-d'œuvre, mais surtout la crise houillère qui a fait envisager l'emploi des combustibles liquides. Et à tous ces frais il faut ajouter aussi ceux de transport et de déchargement qui, bien que l'Etat français ait presque totalement supprimé les droits de douane, amènent facilement la tonne de mazout à 800 ou 900 francs. Il paraitrait même qu'à Paris, on a vu offrir du mazout à plus de 1.000 francs la tonne. Il semble donc, dès maintenant, bien certain que le mazout ne pourra obstruer l'avenir de plus en plus vaste de la houille et principalement depuis que l'on a trouvé la réalisation sans difficultés de la combustion complète du charbon, même celle des poussières, et sans production de fumée. Le procédé de combustion du charbon pulvérisé donne, en effet, un meilleur rendement que l'emploi du mazout et s'applique parfaitement, comme nous allons le voir, à toutes les sortes d'installations, même aux locomotives.

L'idée de brûler du charbon en poudre remonte déjà au début du siècle dernier et l'application concluante qu'on en a faite en Angleterre (Woolwich 1873) a amené les industriels français à adopter les différents principes d'Outre-Manche. Ce furent tout d'abord des usines de ciments qui en bénéficièrent, mais aujourd'hui, on trouve des installations allant du petit four à forge au grand four Martin. Comme, c'est le charbon qui, jusqu'ici, a été le combustible le plus employé pour la production de toute force motrice, on s'est toujours efforcé de l'utiliser avec le meilleur rendement. Mais de quelque façon qu'il fût employé, on ne pouvait empêcher qu'une certaine partie de l'énergie ne soit pas utilisée ; aussi la combustion complète et directe du charbon sous forme pulvérisée est-elle un énorme progrès donnant une très sensible augmentation de rendement. Elle consiste, en effet, à réduire le produit en une poudre très fine dépendant de la nature du charbon utilisé, puis à le mélanger avec une certaine quantité d'air suffisante pour l'oxyder dans des brûleurs spéciaux ; ensuite, on envoie ce mélange dans une cham-

bre de combustion appropriée. Le charbon pulvérisé présente une surface d'oxydation beaucoup plus grande que celle du charbon en morceaux, c'est précisément ce qui rend possible une combustion presque instantanée. Le point délicat de cette organisation résidait seulement dans le transport de la poudre de charbon et dans sa répartition aux différents foyers, on utilise la suspension dans l'air.

Le schéma de la fig. 186 et l'explication succincte qui suit feront rapidement comprendre ce qu'est une installation de chauffage au charbon pulvérisé. La houille venant dêtre extraite de la mine est amenée par wagonnet dans un petit réservoir dans lequel puise constamment les godets d'une chaîne élévatrice *E*. Si la masse de charbon contient des morceaux de plus de

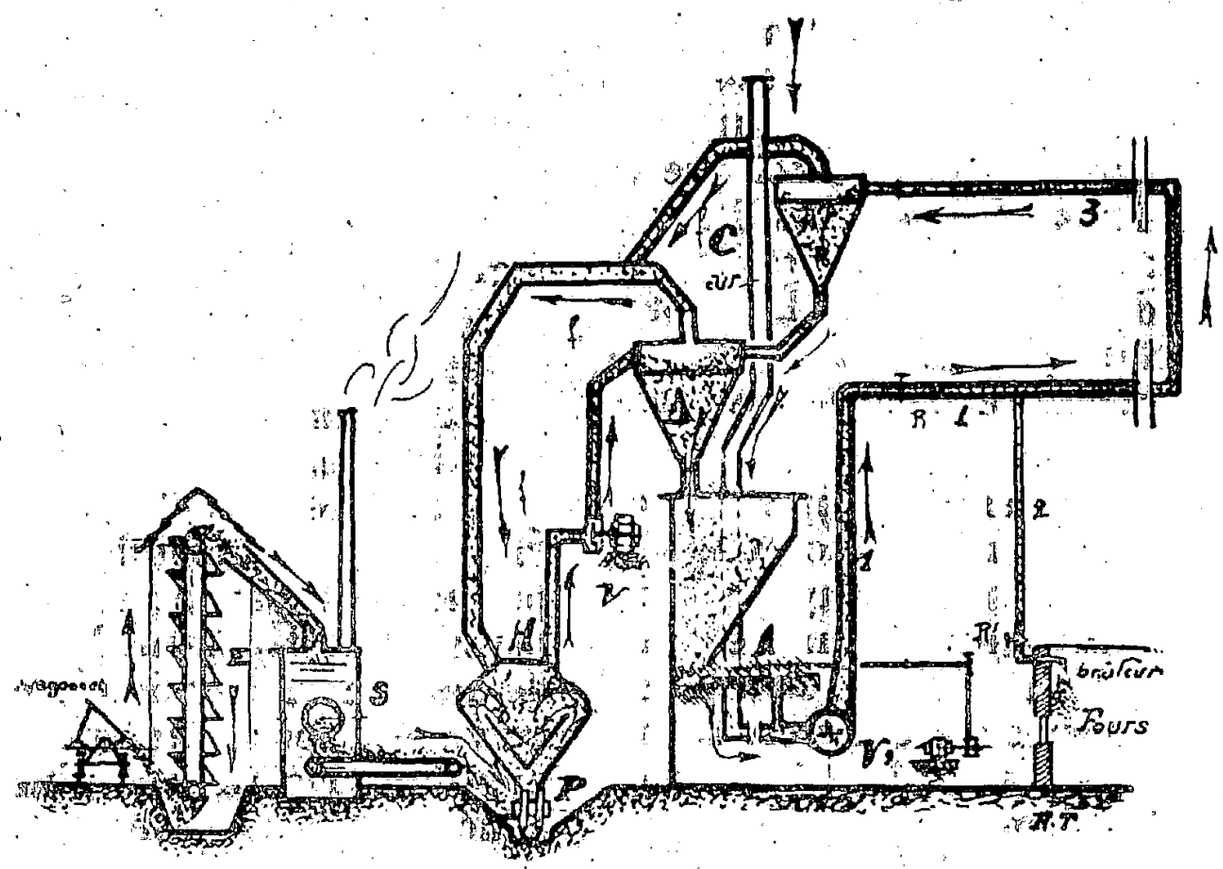


Fig. 186. — Schéma d'installation d'un chauffage de fours avec charbon pulvérisé.
E, élévateur du charbon; S, sécheur rotatif; P, pulvérisateur; H, séparateur; V, ventilateur élévateur; s, collecteur de dépôt; T trémie à charbon pulvérisé; A, vis sans fin alimentaire; V', ventilateur conducteur; 1, conduite générale de distribution; 2, conduite secondaire de distribution; 3, conduite de retour; C, cheminée d'aspiration; D', collecteur de retour.

25 millimètres, on aura eu soin de la faire passer au préalable à travers un broyeur à cylindres les amenant à la grosseur voulue pour un séchage plus facile et une pulvérisation plus rapide. Ensuite, le charbon venant de l'élévateur passe, comme le montrent les flèches indicatrices du schéma, au sécheur rotatif *S* réduisant l'humidité à 1 o/o. Un électro-aimant retient les parties métalliques qui pourraient détériorer la machine suivante. Par une toile sans fin dont le mouvement est commandé par un appareil régulateur, le charbon va se déverser dans le pulvérisateur *P*. Le charbon est alors transformé en poussières qui sont emmenées par aspiration dans le séparateur *H*. Là, se trouvent plusieurs sortes de poussières de charbon, les unes légères attirées par le ventilateur élévateur *V* et dont nous allons étudier le chemin suivi, les autres moins légères que les premières qui retombent par leur propre poids dans le pulvérisateur. C'est là le but du séparateur. Le charbon, ou plus exactement, sa poussière, est entraîné par l'air vers le collecteur de dépôt *D* d'où il passe dans une trémie *T* d'emmagasinage de charbon broyé. L'air débarrassé des poussières, retourne suivant les flèches *f* au pulvérisateur *P* pour y être à nouveau utilisé. C'est ce circuit qui sans cesse se répète.

La distribution de la poudre de charbon se fait ainsi : une vis sans fin *A* alimente, en tournant du mouvement voulu, d'une certaine quantité de charbon pulvérisé la canalisation *1* grâce au violent appel d'air du ventilateur *V'*. Le charbon est ensuite conduit jusqu'aux brûleurs des fours par les canalisations dérivées 2 dont on peut fermer ou ouvrir l'accès par des robinets R et R' qu'il suffit de placer dans des positions convenables. Le charbon non consommé suit la conduite de retour *3* pour venir dans un collecteur de retour *S'* où se séparent l'air qui va suivre les flèches *f* et le charbon qui retombe dans le collecteur de dépôt *S*. Les gaz brûlés et les poussières s'échappant des portes de fours sont conduits à la cheminée. C'est en quelque sorte un simple transport du charbon en suspension dans un courant d'air, système applicable quelque soit le nombre de fours dont l'un quelconque peut être arrêté sans influencer l'allure des autres. Le réglage de l'air oxydant est très précis, c'est ainsi que l'on est arrivé à n'avoir que 20 à 25 o/o d'air en trop alors que dans les foyers ordinaires, il n'est pas rare de voir 150 à 200 % d'excès d'air. De ceci, il en résulte que la température de com-

bustion peut être très élevée étant donnée que 1.000 gr. de charbon brûlant dans 11.500 gr. d'air — quantité juste nécessaire pour la combustion — portent la température vers 2.000°. Avec 150 ou 250 % d'excès d'air, la température de combustion ne peut être que de 1.000 ou 800°. Ces différentes perfomances de température nécessitent donc des chambres de combustion réfractaires à grande résistance, c'est ce qui pourrait constituer un inconvénient du système si plusieurs remèdes n'avaient pas été recherchés. Mais, afin de réduire quelque peu la température, on peut augmenter la profondeur de la chambre de combustion donc augmenter le volume du foyer — 40 à 45 m³ par tonne de charbon à brûler par heure — ou adopter le système de la « chambre à écran a tubes d'eau ». Cette dernière n'est autre qu'une chambre de combustion à double parois, la carcasse interne devant uniquement résister à la température élevée et celle externe soutenant la première comme une charpente ainsi que la voûte suspendue du foyer. Les « tubes d'eau » sont assimilables aux barreaux d'une grille largement espacés et dont les intervalles libres constituent les cendriers, la puissance de vaporisation de la chaudière se trouve ainsi considérablement augmentée.

La technologie des différents appareils de l'installation est relativement peu compliquée. Les tuyaux distributeurs sont des tuyaux ordinaires avec tubulures et branchements et chacun d'eux est muni d'un robinet chargé de régler la quantité de charbon à délivrer. Le sécheur de forme variable avec les différentes constructions, est généralement du type rotatif, semblable à ceux des fabriques de ciment. Le charbon est amené par la partie haute de l'appareil, descend le long d'un cylindre en tôle incliné légèrement et est brassé par des cornières disposées à l'intérieur de la machine à cet effet. Cependant, des gaz chauds provenant soit, par une dérivation spéciale, de l'échauffement des gaz brûlés, soit d'un foyer indépendant — moins économique : 1 kg. pour 6 kg. d'eau évaporée — cheminent en sens inverse depuis la partie inférieure, produisant ainsi un séchage par contact direct. Les gaz chauds utilisés sont ensuite renvoyés à la cheminée.

Le broyeur ou pulvérisateur chargé de réduire à l'état de poudre impalpables les matériaux les plus durs est un appareil dont le réglage demande de la précision (95 % de poudre du combustible doivent traverser le tamis de 1.600 mailles au cm²), une proportion infime de gros grains pouvant entraîner de fortes diminutions de rendement. Les parties broyeuses sont en acier spécial et sont à galets ou à boulets, à grande vitesse (Amérique) ou à petite vitesse (Allemagne). La partie inférieure est en fonte avec garnissage d'acier. Les galets ou boulets roulent dans une sorte d'anneau, entraînés par une transmission, les bras ramènent la matière vers les éléments broyeurs. Le charbon est amené dans l'appareil par un moyen quelconque (pelle, vis, ou toile sans fin comme le montre le schéma d'installation (fig. 186) et après sa pulvérisation est évacué dans le séparateur. Sur le côté de l'appareil se trouve une petite porte permettant le démontage de tout le mécanisme. L'usure des boulets est environ de 30 grammes par tonne pulvérisée et on peut les changer facilement sans mettre la machine hors de service.

Le séparateur boulonné sur le pulvériseur a une forme assez spéciale divergeant vers le haut. Grâce à cette forme constituée par un assemblage de cloisons et de volets réglables en tôle mince, on peut faire varier l'intensité du courant d'air et sa direction, afin que les poussières lourdes retombent dans le pulvérisateur et que les légères montent dans la canalisation. Le séparateur joue un rôle important : de l'uniformité de la fine poussière dépend l'intégralité de la combustion.

Le collecteur de dépôt a la forme d'un cône tournant son sommet vers le bas, afin que l'air y pénétrant prenne un mouvement giratoire dont la vitesse, par suite des changements brusques de direction et de la détente, se réduit bien vite. C'est ce ralentissement de la vitesse qui permet aux particules en suspension de se séparer en se déposant. Le collecteur de retour est de même forme et de même construction en tôle galvanisée parfaitement étanche, mais de dimensions légèrement plus petites. D'une façon générale on ne constitue pas une réserve de charbon pulvérisé en un seul point, mais on dispose une réserve centrale alimentant des sous-stations qui, alors, répartissent le combustible aux différents brûleurs. Ceci diminue, en effet, le danger d'incendie par combustion spontanée, danger d'autant plus atténué que les masses de charbon stockées sont plus petites. De plus, s'il se produit une malencontreuse avarie à l'appareil, celle-ci n'entraînera pas l'immobilisation générale de l'installation si l'on a plusieurs dépôts de combustible. De même pour ces raisons on dispose parfois de plusieurs pulvérisateurs. Ces différents arrangements varient évidemment selon le genre de l'usine. Afin d'éviter tout accident d'explosion comme il y en eut au début de l'application de ce système, on donne une vitesse de translation à la poussière de charbon, (réglage par différentes vitesses des ventilateurs), supérieure à celle de propagation de la flamme.

Faisant suite au collecteur de dépôt D et au-dessous de lui se trouve un trémie d'emmagasinage T. Enfin, à l'extrémité inférieure de celle-ci est une ouverture laissant s'échapper le charbon pulvérisé par un distributeur à dosage, qui

permet de n'envoyer dans les différentes canalisations que le volume voulu de combustible. Cet organe est d'une importance très grande et son bon fonctionnement est absolument obligatoire, c'est le plus souvent une vis d'Archimède (dont le pas et le nombre de révolutions déterminent le volume désiré) qui, en tournant, laisse s'écouler le charbon aussitôt happé par le ventilateur conducteur V'. Cette vis sans fin est actionnée par un petit moteur indépendant ou par les transmissions de l'usine qui fournissent la rotation nécessaire aux ventilateurs.

Les brûleurs sont disposés verticalement à travers la voûte de la chambre de combustion ; cependant, parfois, pour raison de place ou de modification d'une installation, ils sont placés horizontalement. Ils sont formés de simples tubes verticaux de o m. 40 de diamètre environ et ayant à l'intérieur des chicanes en hélices qui ont pour but de donner au mélange un mouvement de rotation facilitant la combustion et admettant une partie de l'air supplémentaire entraîné par induction. Cet air est quelquefois fourni par un ventilateur spécial, mais le principe en reste néanmoins le même.

Cet exposé suffira, je pense, pour permettre de se faire une idée approximative de ce qu'est une telle installation. Quant au charbon que l'on y utilise, l'on peut affirmer que toutes les sortes sont acceptables, même les lignites et les tourbes, mais les combustibles les meilleurs sont assurément ceux de moins de 20 % de matières volatiles et de 12 % de cendres. Plus la finesse de broyage est grande, plus le mélange dans l'air s'enflamme vite et reste longtemps allumé. Le danger d'explosion dont je parlais plus haut, n'est pas à craindre ici, puisque le mélange de 1 kg. de charbon pour 3 m^3 d'air n'est pas un explosif, et qu'une vitesse de 30 mètres à la seconde rend d'autre part impossible tout retour de flammes. Un reproche souvent fait au chauffage par charbon pulvérisé est de produire de grosses masses de cendres. En effet, des calculs de proportions ont établi qu'il fallait compter de 30 à 65 % de cendres non captées. Pour pallier à cet inconvénient on peut augmenter les chambres de combustion, allonger le parcours de la flamme en lui donnant la plus grande turbulence possible, ou encore, plus difficilement, réduire la vitesse ascentionnelle des gaz dans les foyers. On a même été jusqu'à proposer un système de dépoussiérage par action attractive d'un champ magnétique, mais le principe est loin d'être satisfaisant et il suffit seulement de le mentionner ici. D'une façon générale, les cendres les plus lourdes sont recueillies dans des chambres de dépôt spéciales et les autres emportées dans la cheminée. Afin que celles entraînées par les gaz brûlés ne puissent obstruer les chambres de récupération utilisées pour le chauffage avec le gaz des gazogènes, on a prévu des bacs de dépôt aux points où les cendres pourraient venir à se déposer sans inconvénient pour la bonne marche du four. Les bacs sont remplaçables au fur et à mesure de leur remplissage, en quelques minutes. L'économie de combustibles pour les fours métallurgiques et industriels varie entre 15 et 30 %. En Suède, les

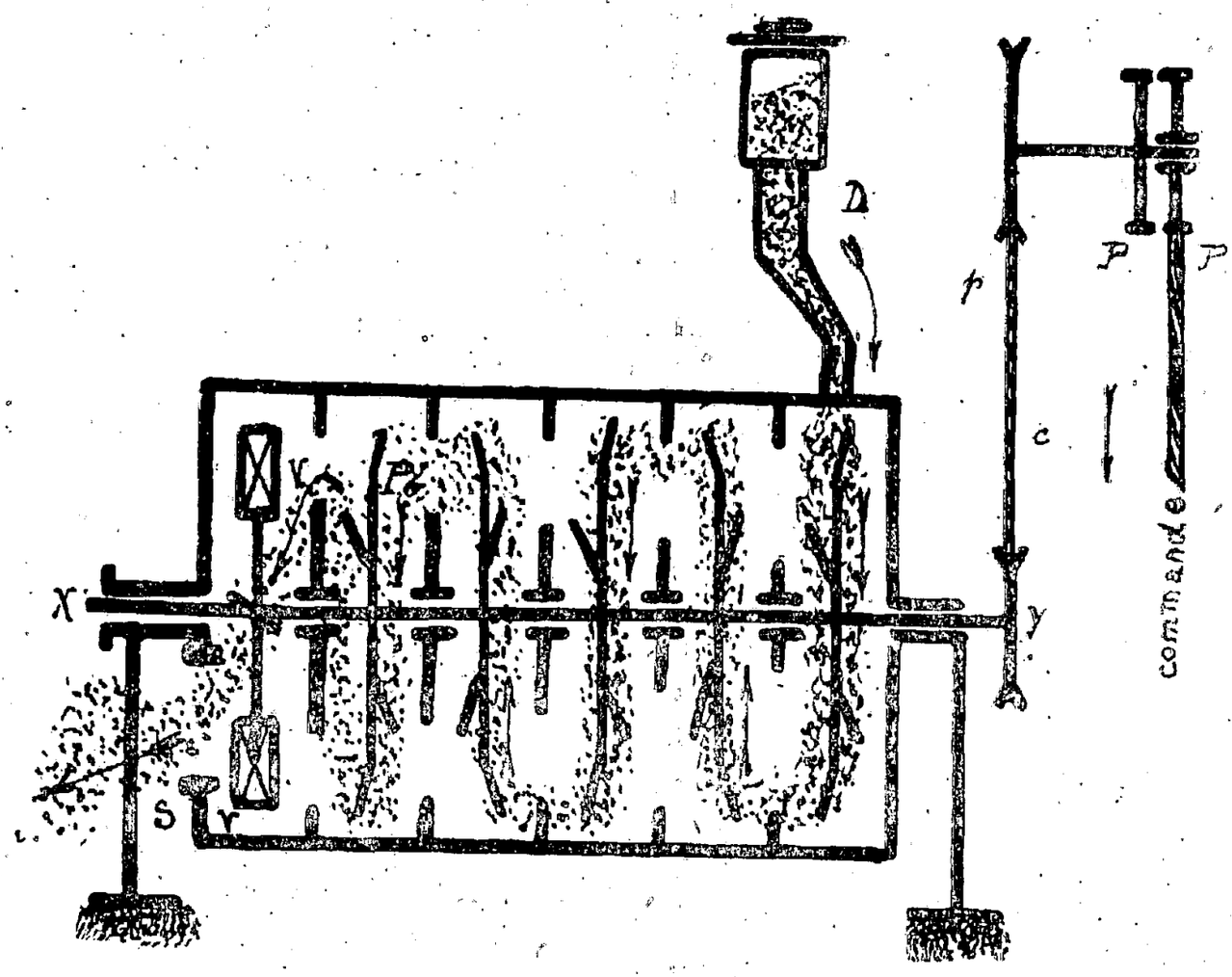


Fig. 187. — Aéro-pulvérisateur.
Coupe schématisée de l'appareil montrant les compartiments dans lesquels tournent les palettes broyeuses Pb pulvérisant le charbon qui, aspiré par le ventilateur V sort par l'ouverture S. Le charbon arrive par le distributeur D.

meilleurs résultats ont été obtenus par la tourbe pulvérisée ; aux Etats-Unis, c'est avec un succès aussi grand que les lignites, anthracites et schistes bitumeux ont été adoptés. Le Brésil a pu enfin, grâce à ce procédé, employer des gisements dont la teneur en soufre rendait l'utilisation impossible autrement. En résumé on a les mêmes avantages avec le charbon pulvérisé qu'avec le chauffage au gaz.

L'économie ainsi réalisée est, certes, indiscutable, mais ce qui pourrait peut-être être contester, c'est que l'atelier moyen, ou la fabrique ne possédant que quelques fours, ne consommant donc qu'une faible quantité de charbon, ne pourrait profiter des grands avantages de ce mode de chauffage. En effet, la dépense nécessaire de première installation ne saurait être justifiée que pour une très grande consommation de combustible et serait véritablement hors de proportion vis-à-vis de l'économie à réaliser pour une petite usine. C'est ce qui a poussé les recherches vers un appareil mettant à la portée du petit consommateur de combustible tous les avantages présentés par l'emploi du charbon pulvérisé. Cet appareil, à la fois pulvérisateur et ventilateur, a été appelé « aéro-pulvérisateur ». Il se compose d'un axe horizontal comportant des jeux de palettes broyeuses tournant chacun dans un compartiment spécial ménagé dans l'enveloppe d'acier de l'appareil, ainsi que le montre la figure 187. Le dernier jeu de palettes diffère quelque peu des précédents, et de par la disposition de ses palettes, produit en tournant dans son compartiment une aspiration du combustible du premier vers le dernier compartiment. La rotation donnée à l'axe de l'appareil se fait par un moyen mécanique quelconque, soit par courroie, soit par accouplement direct. La puissance nécessaire est environ égale en kilowatts à 2,5 ou 3 % du poids en kg. de charbon brûlé par heure. Le charbon n'a pas besoin d'être séché auparavant et peut sans inconvénients contenir de 4 à 5% d'humidité ; cependant, plus le charbon est humide, plus il est difficile à broyer. Il est nécessaire seulement que les morceaux ne soient pas plus gros que de 25 à 30 mm., ou qu'ils soient alors concassés au préalable. L'alimentation de l'appareil se fait d'une façon continue au moyen d'un « distributeur ». C'est, comme il vient d'être dit, par courant d'air produit par le dernier jeu de palettes V que le charbon passe d'une façon massive et méthodique dans les divers compartiments, pour en sortir sous forme de poussières impalpables, dont la finesse dépend de la vitesse de l'air d'entraînement. Ce charbon pulvérisé est par suite soufflé dans une conduite en tôle mince, qui l'amène

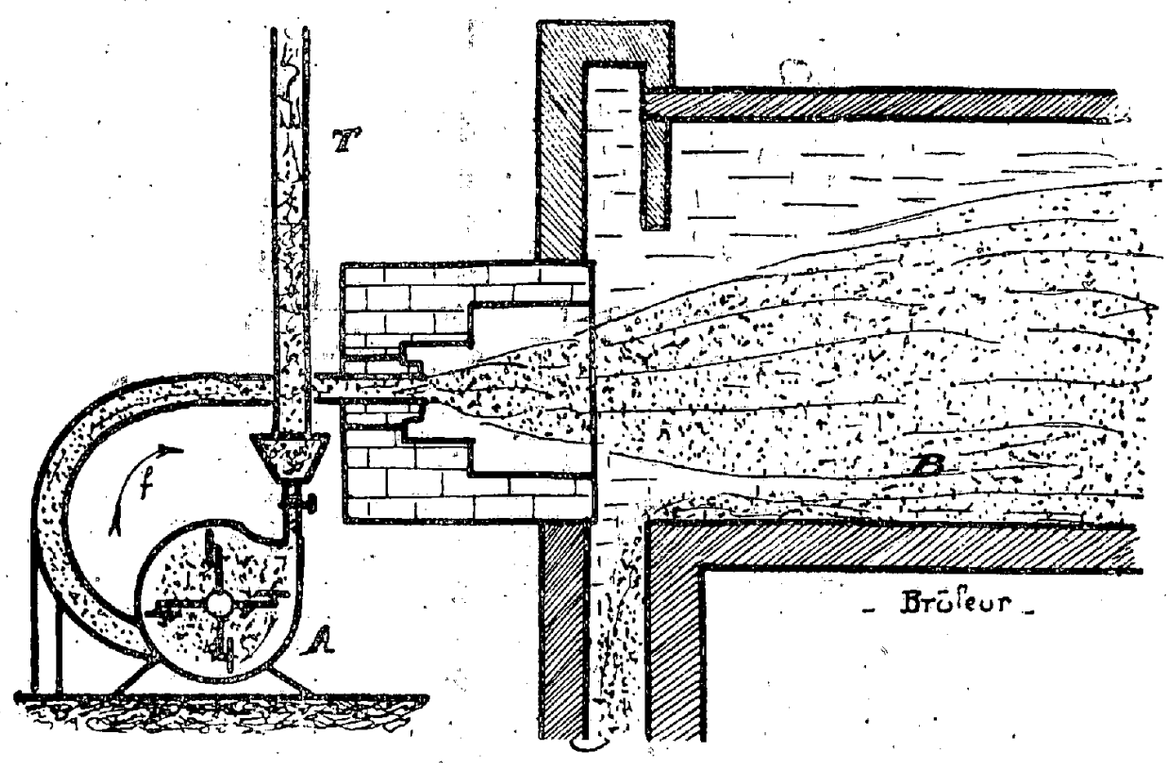


Fig. 188. — Le charbon arrive en morceaux par le tuyau T, broyé et chassé par l'aéro-pulvérisateur A jusqu'au brûleur B qui projette une flamme dans le foyer du four où la combustion est complète.

au foyer. Une prise d'air spéciale permet d'introduire dans le mélange la quantité d'air nécessaire à une bonne combustion. La vitesse de la machine est de 1.500 à 2.000 tours, suivant la grosseur des appareils. A 2.000 tours l'appareil produit 270 kg. de charbon à l'heure avec une puissance de 10 CV pour du charbon avec 3,50 % d'eau. L'inconvénient de cet appareil est l'usure rapide des palettes, aussi, pour assurer une bonne marche de l'atelier ou de l'usine, doit-on posséder toujours un axe avec jeux de palettes dont le changement se fait en moins d'un quart d'heure. L'entretien est excessivement simple et peu coûteux, l'encombrement en est très réduit (1 m. 60-0 m. 70 jusqu'à 1 m. 95-1 mètre). On peut ainsi chauffer un four ou une chaudière tout comme nous l'avions vu en premier dans l'installation générale de grandes industries. La combustion est, en effet, complète dans le foyer, grâce au mélange intime du charbon avec l'air dès son entrée dans le foyer (voir la figure 188) et son état de division. D'autre part, le réglage de l'excès de l'air au minimum

(ce qui n'existe pas avec les autres procédés de chauffage), permet un rendement maximum de la combustion. De plus on évite les pertes de combustible dues à l'allumage et au filtrage à travers la grille; et l'on peut aussi utiliser les combustibles pauvres, telle la lignite. Le travail du chauffeur n'est plus que l'inspection de son labeur rendu automatique.

L'emploi du charbon pulvérisé est aussi très intéressant sur les locomotives. Dans ce cas, le combustible est emmagasiné dans une trémie d'une vingtaine de tonnes ou chaque machine vient s'approvisionner de la quantité voulue. Le tender porte un réservoir étanche, au bas duquel une vis sans fin conduit le charbon jusqu'au point où le courant d'air l'entraîne au brûleur. Le mélange air et charbon se fait par le chauffeur par l'emploi de trois valves. La transformation du système ordinaire en système à charbon pulvérisé est simple, il suffit de supprimer la grille et de former une chambre de combustion spéciale. Il peut y avoir une économie de 25 à 30 % ; la mise en pression exige 50 minutes, la fumée dont se plaignent toujours les voyageurs, les étincelles et le nettoyage de la grille sont supprimés. Enfin, le travail du chauffeur, se trouvant réduit, lui permet d'aider le mécanicien, ce qui rend la tâche de chacun d'eux moins difficile. Plus n'est besoin de craindre les refroidissements du foyer et des tubes par l'ouverture des portes pour le chargement et le tisonnement, puisque le brûleur exige une fermeture hermétique de celles-ci. Les tôles du foyer ne pourront avoir qu'une durée meilleure, n'étant plus sujettes à de continuelles variations de température. De plus, la conduite des feux est particulièrement pratique, car l'allumage ou l'extinction se font pour ainsi dire instantanément, d'où la facilité de pouvoir à volonté et en peu de temps pousser ou ralentir un feu. C'est là l'énorme avantage qui permet de faire monter comme on le veut le manomètre des chaudières, selon la demande plus ou moins élevée de vapeur. Par exemple, on profitera de cette propriété dans des industries particulières, à différents moments de la journée, ou pour le chauffeur d'une locomotive selon le relief de la voie ferrée (j'en parle par expérience, ayant effectué plusieurs stages dans les dépôts de compagnies de chemins de fer).

De ces quelques lignes il résulte donc qu'avec l'emploi du charbon pulvérisé on obtient un transport automatique et une combustion complète, c'est-à-dire une importante économie de main-d'œuvre et de combustible. L'installation de chauffage de fours pour grandes industries ou d'aéro-pulvérisateur pour petite fabrique, ainsi que nous venons de le voir, ne présente pas d'obstacles insurmontables ni de frais excessifs comme le réclament souvent certaines modifications industrielles. Du reste, les dépenses engagées dans une telle organisation sont assurément vite compensées par l'économie réalisée en n'employant une quantité de charbon plus petite qu'avec une autre installation et l'utilisation de combustibles moins riches, donc d'un prix inférieur. Un emploi aussi complet de la houille ne saurait qu'intensifier la production en augmentant le rendement des appareils, ce qui permet, dès à présent, d'envisager le charbon pulvérisé plus que le mazout comme combustible industriel futur. Il semble d'ailleurs que ces quelques années ont manifesté un certain progrès en faveur de ce mode de chauffage, ancien pour certains pays déjà, mais seulement nouveau pour nous.

LE GRAND ÉLECTRO-AIMANT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

(L'Électro-Aimant le plus puissant du Monde).

M. Cotton a annoncé à l'Académie, dans la séance du 9 juillet, que le Grand Electro-aimant qu'il a fait construire pour elle, grâce à des fonds provenant de la souscription nationale de la Journée Pasteur, vient d'être terminé : il vient d'être installé à la place qui lui était réservée à Bellevue à l'Office National des Recherches Scientifiques et Industrielles et des Inventions, dirigé par M. J.-L. Breton.

Les physiciens se servent constamment dans leurs recherches de champs magnétiques, il leur faut des champs intenses, mesurés par un grand nombre de *gauss*, mais cela ne leur suffit pas, il faut encore que l'espace où ce champ est utilisé, *l'entre-fer* de l'électro-aimant soit aussi étendu que possible. Si les pièces polaires de cet instrument, pièces de forme tronconique, pouvaient être travaillées au tour d'une façon parfaite de façon à satisfaire le géomètre le plus exigeant, et si le diamètre et la distance des facettes terminales limitant l'entrefer utile pouvaient être réduits indéfiniment, n'importe quel instrument, même tout petit, donnerait des champs qui croîtraient sans limite. La question si souvent posée : « quel champ donne votre électro-aimant ? » ne peut recevoir de réponse que si on précise en même temps les dimensions de l'entrefer. Pratiquement, les tout petits entrefers ne peuvent jamais servir. Non seulement il faut de la place pour loger les appareils qu'on doit utiliser dans le champ magnétique mais dans beaucoup de recherches la grandeur même des phénomènes qu'on étudie dépend directement des dimensions de ce champ. C'est en vue de telles recherches, par exemple de celles où l'on étudie l'action

du champ magnétique sur les propriétés optiques des milieux tansparents, que le grand électro-aimant a été construit : son but apparaît ainsi nettement distinct de celui que M. Kapitza s'est proposé à Cambridge.

Il y a longtemps déjà que M. Cotton demandait la construction d'un gros électro-aimant ayant des noyaux de l'ordre d'un mètre de diamètre. En 1914, la campagne qu'il poursuivait depuis plusieurs années a été sur le point d'aboutir.. L'Université de Paris avait mis en réserve dans ce but 50.000 fr. prélevés sur le Legs Commercy. Le Président de l'Académie des Sciences, qui était alors M. P.

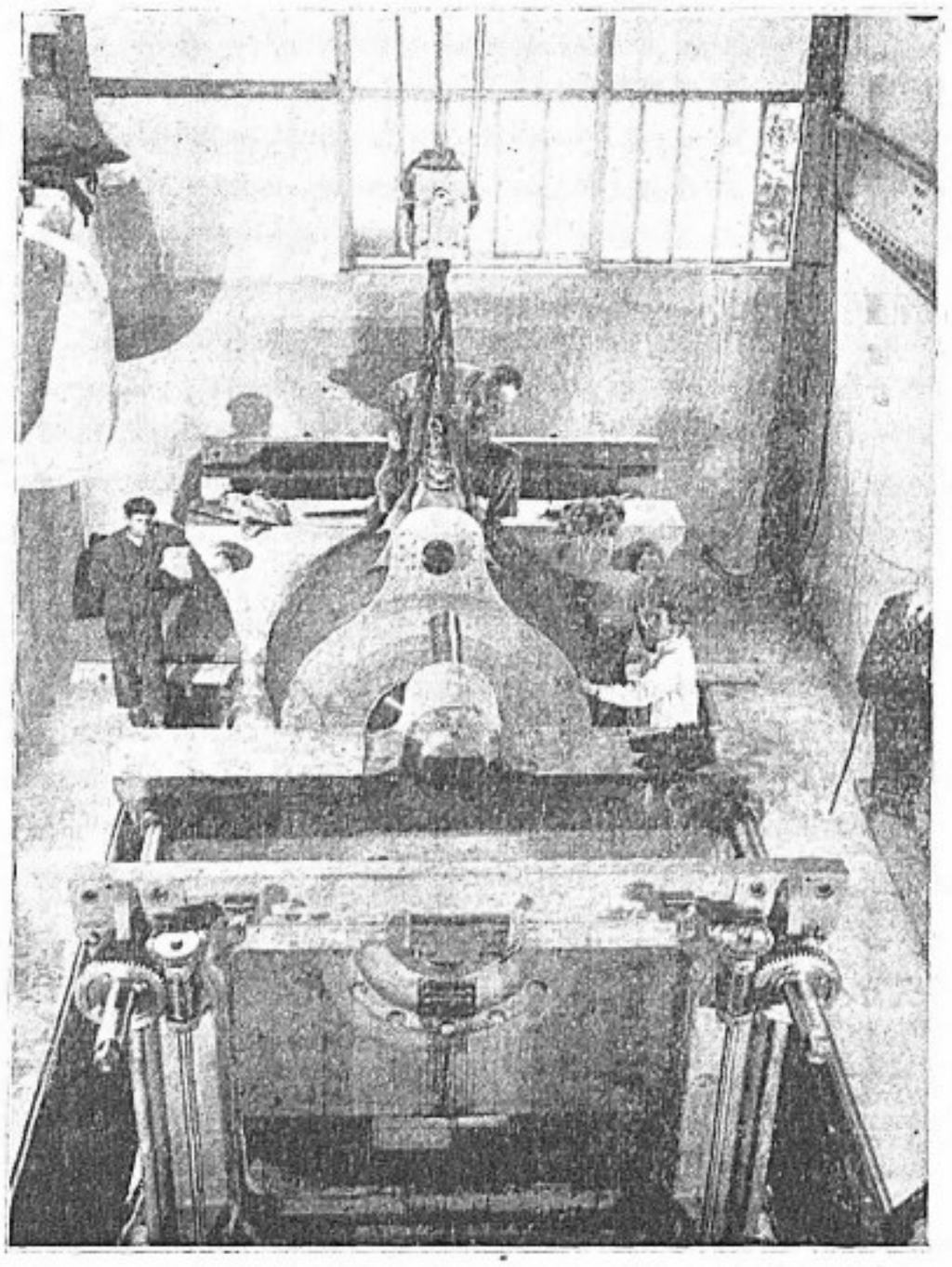


Fig 189. — Le montage du Grand Electro-aimant au dessus de la salle souterraine de spectroscopie de dix mètres de profondeur.

Appell, avait constitué une Commission de savants éminents qui avaient tenu en 1914 une série de séances au cours desquelles on avait examiné « les conditions dans lesquelles pourrait être réalisé un électro-aimant d'une puissance exceptionnelle ». M. Pierre Weiss, Professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg et Membre de l'Académie des Sciences, M. A. Piccard, de Zurich (maintenant Professeur de l'Université de Bruxelles), avaient étudié avec soin un avant-projet qui avait été approuvé par la Commission. Enfin le Prince Roland Bonaparte s'intéressait vivement à l'œuvre entreprise et désirait y attacher son nom ; il avait promis de fournir les moyens financiers nécessaires. Mais à ce moment même la guerre éclata.

Après la fin des hostilités, M. A. Cotton reprit son ancien projet et fit appel aux fonds de la Journée Pasteur. Un crédit d'un million de francs fut accordé et il put dès lors consacrer tous ses efforts à la réalisation du gros électro-aimant. Mais il fallait modifier le projet primitif il parut impossible de construire et surtout d'installer à la place prévue la lourde culasse en une pièce, du poids de 60 tonnes, indiquée dans le projet de 1914. En outre, des travaux sur la production des champs magnétiques avaient paru depuis cette date et l'on pouvait se demander si la solution à laquelle on s'était arrêté était toujours la meilleure. Une nouvelle étude s'imposait : elle a été faite par M. Cotton avec la collaboration constante de M. Mabboux, Ingénieur attaché à la Section de Physique de l'Office National des Recherches et Inventions.

Une fois le nouveau modèle choisi, une réduction au quart, sorte de « maquette », du gros instrument fut entièrement construite dans les ateliers de l'Office National des Recherches et Inventions, et l'on fit sur cet appareil les retouches successives et les essais systématiques nécessaires pour répondre aux diverses questions posées.

Cette étude a apporté des renseignements intéressants, d'ordre général, sur la construction des électro-aimants, petits ou grands, et sur la théorie elle-même de ces instruments. On a constaté, par exemple, que les noyaux cylindriques ou tronçoniques donnaient, contrairement à ce qu'on avait pensé, des résultats très voisins, que la culasse n'a décidément pas, pour la production du champ, l'importance que certains lui attribuaient et qu'elle ne sert souvent qu'à éviter les inconvénients d'un champ magnétique parasite au voisinage de l'instrument, etc. Du point de vue théorique le résultat le plus important c'est que la notion de circuit magnétique, si précieuse pour le calcul des transformateurs, est à peu près inutile quand il s'agit d'un tel électro-aimant de laboratoire Dans ce cas c'est un autre calcul qui est alors indispensable : celui du *champ direct* que produisent les bobines magnétisantes au centre de l'instrument.

Il fut ensuite relativement facile d'établir le projet du gros électro-aimant lui-même. Il fut plus difficile de le faire exécuter car les prix de toutes choses s'élevaient sans cesse et les machines-outils des ateliers de l'Office National des Recherches et Inventions étaient absolument insuffisants pour usiner de telles pièces. Il fallut s'adresser pour les diverses pièces les plus importantes à différents constructeurs acceptant d'exécuter à des prix avantageux des commandes n'ayant aucun intérêt commercial.La Compagnie française Thomson-Houston fut chargée finalement de l'exécution de l'ensemble et le travail fut poursuivi avec rapidité dans ses ateliers de Saint-Ouën.

La forme choisie pour le gros électro-aimant est la suivante :

Qu'on imagine une sorte de cage, de section presque carrée de près de 3 mètres de côté formée par quatre poutres horizontales en acier coulé de 40 cm. de côté, réunies à leurs extrémités par des entretoises rigides. Sur les deux poutres inférieures glissent deux montants verticaux portant à la fois des noyaux et des bobines D'autres poutres horizontales, plus larges, des longerons, également en acier doux, forment les unes le plancher, les autres le plafond de la cage. Pendant le glissement des montants leurs faces supérieures et inférieures, dressées, viennent frôler les faces correspondantes de ces larges longerons. Leur rôle est d'accroître la section de la culasse Cette forme d'électro-aimant, peu pratique pour un petit électro-aimant parce que la cage gêne quand on veut manier des objets placés dans l'entrefer, le devient pour un gros : en effet l'opérateur peut alors pénétrer lui-même dans la cage, passer entre les bobines et entre les pôles.

Les faces en regard des bobines, hautes de 1 m. 90, laissent entre elles en effet un couloir dont la largeur, toujours plus grande que 0 m. 41, peut atteindre 1 m. 25.

Ces bobines sont enroulées sur une carcasse de bronze, leurs joues sont en aluminium. L'enroulement est formé par un tube de cuivre électrolytique de section carrée dans lequel on fait circuler de l'eau : c'est la disposition toujours employée dans les électro-aimants Weiss. L'enroulement comporte une longueur utile de 5 km. 5 pesant 8,6 tonnes. La section du conducteur est un carré de 1 cm. 55 de côté et le canal cylindrique central à 0,89 cm. de diamètre.

Les faces terminales des pièces polaires ont des diamètres variant entre 75 cm. pour les grandes pièces plates et 3 m/m. pour les plus petites. Toutes celles dont le diamètre est inférieur à 250 m/m. seront en ferrocobalt, le métal dont P. Weiss a découvert les précieuses propropriétés (l'aimantation qu'il prend dans un champ donné est supérieure de 10 0/0 à celle du fer pur). La préparation de cet alliage surtout en pièces de cette importance exige des précautions particulières : c'est grâce à la collaboration de M. Charpy, de l'Académie des Sciences, que toutes les difficultés ont été levées.

Le poids total de l'instrument est à peu près de 115 tonnes, la puissance électrique des 2 groupes qui l'alimentent actuellement à Bellevue est de 100 kilow. Les mesures précises de champ n'ont pas encore été faites dans de petits entrefers. Celles qui ont été faites dans des entrefers étendus ont donné exactement le résultat qu'on attendait et qu'on déduisait de l'étude faite sur le modèle réduit. Indiquons, par exemple, qu'on obtient 46.400 gauss dans un volume cylindrique ayant 4 c/m. de diamètre et 2 c/m. de hauteur. Des champs de cette intensité avaient été réalisés déjà mais dans des intervalles bien trop petits pour qu'on puisse les utiliser.

Aux champs ainsi réalisés dès à présent, il faut ajouter l'appoint très important que fourniront des bobines supplémentaires placées dans l'entrefer. Le choix de ces bobines (relativement peu coûteuses) dépend de la nature des expériences. Elles ne sont pas encore construites ; on a simplement fait les études préliminaires relatives à leur fonctionnement. Mais dès à présent M. J.-L. Breton a fait installer dans la Station de Recherches qui se trouve précisément non loin de l'électro-aimant sur les terrains de l'Office National des Recherches et Inventions, de puissants groupes de transformation ne donnant pas ensemble moins de 2500 KVA, ils serviront à alimenter ces bobines supplémentaires.

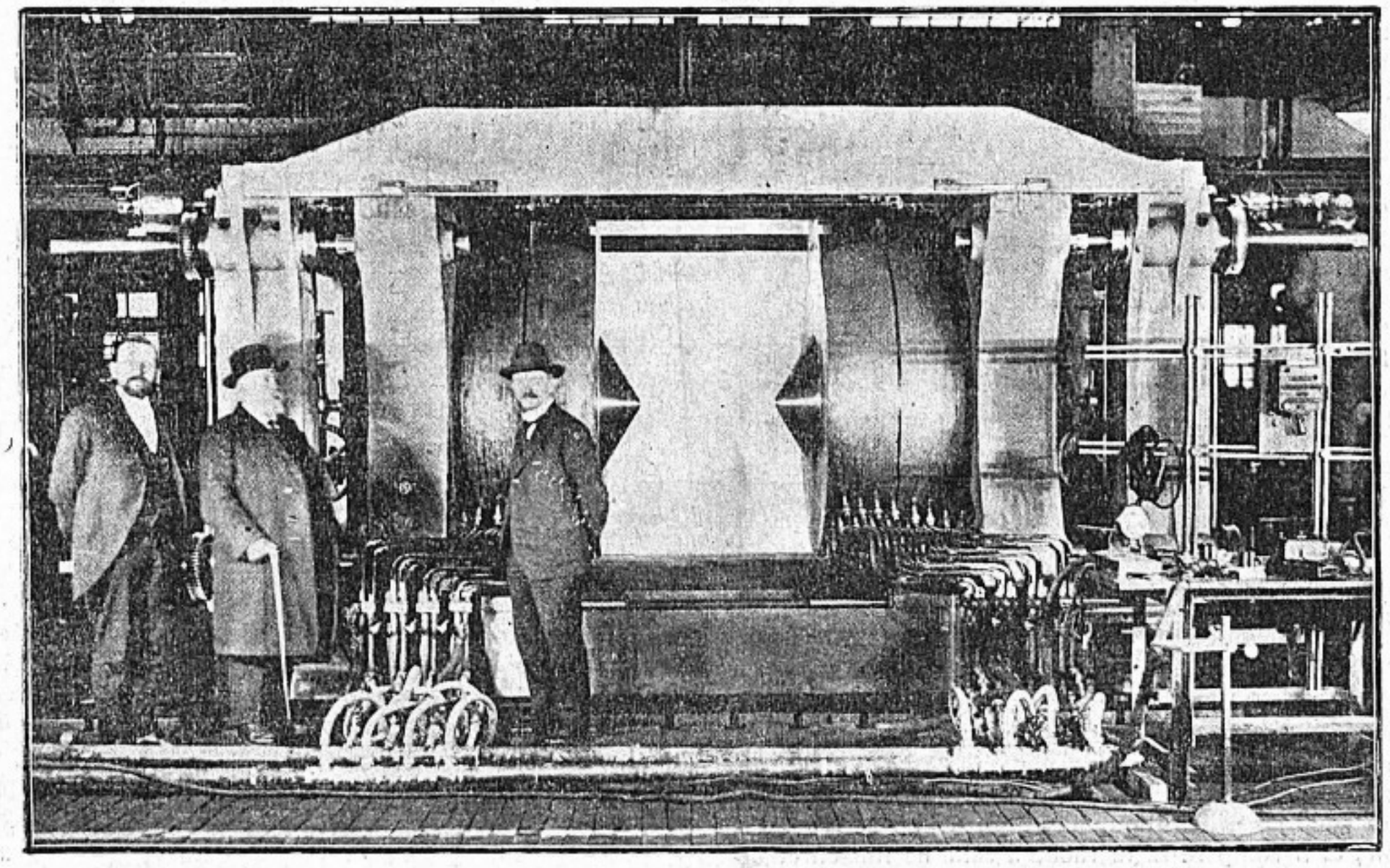


Fig. 190. — Le Grand Electro-aimant de l'Académie des Sciences, installé à l'Office Nationale des Recherches et Inventions, à Bellevue. Cet instrument est le plus puissant du monde.

Ajoutons que sur l'emplacement de l'électro-aimant lui-même, entre les piliers qui servent à le supporter, se trouve, dans une chambre spéciale, une table qui portera la fonte et le châssis d'un grand spectrographe vertical à auto collimation. Pour installer ce spectrographe, on a construit un puits de 9 mètres de profondeur, soigneusement clos et bien étanche, dont la température constante permettra des recherches d'optique très délicates. En outre, pour travailler avec un électro-aimant, il faut des appareils : ceux qui serviront à Bellevue seront prêtés par le Laboratoire des Recherches Physiques de la Faculté des Sciences. Pour aménager les salles de travail où ils seront placés, pour acquérir certains instruments spéciaux, des crédits ont été accordés à l'Université de Paris, sur les fonds de la taxe d'apprentissage, par le Ministère de l'Instruction Publique.

On voit que l'ensemble de cette installation, par les di-

mensions de l'instrument principal, par la puissance qu'il mettra en jeu, par les diverses facilités qu'apporte le choix de son emplacement, dépasse largement ce dont on disposait jusqu'à présent. Les travailleurs qui pourront bientôt en profiter n'oublieront pas que si cette réalisation a pu être faite c'est grâce à la Journée Pasteur. Leur souvenir reconnaissant ira à tous ceux qui ont participé à l'organisation de cette journée en même temps qu'à ces milliers de donateurs qui ont fait ce jour-là, pour nos Laboratoires, un geste généreux en souvenir du grand savant qui pour tant de Français personnifie la Science même.

Voici quelques chiffres relatifs au grand Electro-aimant :

Noyaux tronçonique forgés :

Diamètre moyen	mètres	0,94
Grand diamètre	»	1,21
Petit diamètre	»	0,75
Longueur	»	0,65
Poids appr. des 2 noyaux	tonnes	7
Tubes centraux	»	2,5
Culasse en acier doux moulé poids total	tonnes	50
Montants en acier doux moulé poids total	tonnes	30
Entretoises en acier doux moulé poids total	tonnes	6
Bobines en acier doux moulé diamètre extérieur maximum	mètres	1,90
Poids du cuivre électrolytique	tonnes	8,6
Nombre total de spires	tours	1.250
Section du conducteur carré (à coins arrondis) côté	c/m.	1,55
diamètre du trou	c/m.	0,89
Courant employé à Bellevue actuellement,	ampères	400
Tension employée à Bellevue actuellement,	volts	240
Densité du courant (en amp. par m/m carré)		2,3
Puissance électrique (en ampères par millim. carré)	kilowatts	96
Résistance de l'enroulement à 20° C.	ohms	0,6
Pression de l'eau	kg. par cm²	1
Débit approximatif	litre par sec.	1
Elévation de température	degrés	25
Encombrement total (y compris les organes de manœuvre) :		
Longueur (approx.)	mètres	6,30
Largeur	»	2,75
Hauteur totale	»	2,75
Hauteur des longerons du bas (situés au-dessous du niveau du sol)	»	0,40
Poids globaux :		
Fer environ	tonnes	105
Cuivre	»	9
Divers	»	6
Ensemble	tonnes	120

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences. (Mai 1928). — *Logique mathématique*, M. *J. Herbrand* étudie la théorie de la déduction mathématiques à l'aide de symboles, de règles et d'identités logiques. Il obtient ainsi diverses identités propositionnelles dont il précise la classification; et il compare sa méthode à celle de Russell et de Whitehead.

Théorie des Nombres. 1 et 2. Smith et Minkowsky ont étudié la représentation des nombres par des formes quadratiques à $s \geqslant 3$ variables; ils ont appris à reconnaître si un nombre est représentable par une classe au moins d'un genre donné. M. *W. A. Tartakowsky* se propose de déterminer la totalité des nombres représentables par une seule classe; à cet effet, il commence par évaluer le nombre des représentations par une forme quadratique à $s \geqslant 4$ variables; la formule obtenue (et qui renferme notamment la fonction Γ) lui permet de traiter le problème, pour $s > 4$, par un algorithme d'un nombre fini d'opérations

Topologie. M. *Paul Alexandroff* caractérise l'homéomorphie de deux ensembles fermés quelconques en termes de propriétés combinatoires de certaines suites de polyèdres qu'on peut attacher à tout ensemble fermé; ces polyèdres sont envisagés au sens de la topologie; ils ont pour éléments des tétraédroïdes.

Théorie des fonctions. 1. Soit $f(x)$ une fonction analytique, $f'\ldots$, $f^{(n)}$, ..., ses dérivés, x un zéro quelconque de $f^{(n)}$; M. *W. Gontcharoff* étudie les séries $\Sigma \mid x_i - x_{i+1} \mid$ et en déduit des règles remarquables qui permettent d'affirmer que $f(x)$ se réduit à un polynome.

2. Pour généraliser un théorème classique de M. Baire, M. *Alex. Froda* répartit d'abord les points de discontinuité d'une fonction de n variables réelles en trois catégories; puis il précise la nature de l'ensemble des singularités de la fonction dans chacun des trois cas précédents.

Analyse. 1 et 9. Etant donnée une fonction entière ou méromorphe $f(z)$, M. *Miecislas Biermacki* envisage les droites issues de o et telles que dans un angle arbitrairement petit d'ouverture o contenant la droite, l'équation $f(z) = \varphi(z)$ possède une infinitié de racines quelle que soit $\varphi(z)$ fonction rationnelle (sauf au plus deux fonctions rationnelles) ou polynome (sauf un polynome au plus). Toute fonction antière possède une droite de la première catégorie; et si $f(z)$ est une dérivée ou une primitive d'un ordre quelconque de la fonction entière $F(z)$, il existe au moins une droite qui est de la seconde catégorie pour *toutes* les fonctions $f(z)$. La démonstration est plus délicate dans le cas où $f(z)$ est d'ordre fini que dans le cas opposé; l'Auteur y consacre une seconde Note.

2. M. *D.-V. Jonesco* démontre un théorème d'existence pour les intégrales des systèmes différentiels, théorème qui permet d'affirmer, notamment, que deux systèmes matériels répondant à des conditions initiales données (l'un pour $t = t_1$, l'autre $t = t_2$) viennent coïncider, points et vitesses (pour $t = t_3$). Les conditions imposées sont du type de Lipschitz.

3. M. *Vladimir Bernstein* indique deux formules qui précisent des théorèmes de MM. F. et R. Nevanlinna sur la croissance d'une fonction $f(z)$ méromorphe dans un secteur; ces formules comportent elles-mêmes de nombreuses applications au calcul de certaines limites d'indétermination introduites par l'étude de la crossance de $f(z)$.

4. Soit $f(x)$ une fonction monotone dans (a, b) et dont aucune des dérivées successives ne change de signe dans (a, b); M. *Serge Bernstein* appelle type d'une telle fonction une suite d'entiers définis par les permanences et les alternances de la suite des signes des dérivées successives; il donne à ce sujet des théorèmes remarquables, tels que les suivants : s'il existe un intervalle fini où la monotonie de $f(x)$ est du type de sin a, $f(x)$ est entière, de genre > 1; si $f(x)$ n'a pas de point singulier sur Ox, c'est une fonction entière.

5. Généralisant ses résultats antérieurs, M. *R. Gosse* indique comment, dans des cas de plus en plus étendus, on peut former des conditions nécessaires pour qu'une équation $s = f(x, y, z, p, q)$ admette un invariant pour chaque système de caractéristiques.

6. M. *Rodolphe Raclis* établit directement (par approximations successives), ou indirectement (par réduction à une équation de 2e espèce), un théorème d'existence relatif aux solutions d'une équation intégrale de Fredholm de 1re espèce dont le noyau possède des lignes de discontinuité.

7. Comme le montre M. *Calugaréano*, toute équation différentielle du 2e ordre, admettant des solutions polygènes, peut être intégrée par quadratures.

8. En s'appuyant sur une généralisation d'un théorème de Le Roy-Lindelöf, M. *Vladimir Bernstein* établit une proposition qui relie la croissance d'une fonction pour une suite de valeurs entières de la variable à la croissance de cette fonction dans un certain angle.

10. Partant d'un noyau symétrique gauche, M. *J. Delsarte* en déduit un groupe de rotations fonctionnelles, à un paramètre (au sens qu'il a défini antérieurement), et il étend au problème des résultats classiques de la théorie des groupes.

11. Comme l'indique Mlle *Nina Bary*, toute fonction continue de variable x est la somme de $n \leqslant 3$ fonctions absolument continues f_i de fonctions absolument continues $\varphi_i(x)$, les φ_i pouvant être supposées à nombres dérivés bornés et les f_i essentiellement croissantes.

12. Rapprochant une définition qu'il avait proposée autrefois et une conception récemment exposée par M. P. Lévy, M. *D. Pompéiu* signale l'analogie entre la sommation d'une série divergente et l'attribution, en un point singulier, d'une valeur-limite aux fonctions qui peuvent être envisagées comme des fonctions dérivées.

13. *M. Mandelbroft* envisage une famille de couples $f(x) = \Sigma a_n x^n$, $\varphi(x) = \Sigma b_n x^n$ holomorphes pour $|x| < 1$, ainsi que la famille $\Sigma a_n b_n x^n$, et il étudie l'effet de ce procédé de composition sur les propriétés des trois familles au sens de la théorie des familles normales.

Géométrie. M. *P. Vincensini* considère parmi certaines congruences qu'il a rencontrées récemment celles qui sont formées de normales à une surface; leur détermination dépend de la résolution d'une équation de Laplace à invariants égaux.

Géométrie différentielle. M. *V. Hlavaty* étend aux variétés riemanniennes à n-1 dimensions le théorème d'Enneper sur les asymptotiques d'une surface.

Géométrie infinitésimale. 1. L'étude des singularités d'une surface réglée algébrique conduit M. *Bertrand Gambier* à envisager les courbes algébriques gauches admettant des points singuliers ou des cordes multiples, cas que Halphen avait systématiquement laissés de côté dans ses beaux travaux sur la classification des courbes gauches.

2. M. *A. Th. Masloff* recherche toutes les surfaces susceptibles d'une déformation continue avec conservation d'un système conjugué conique; il obtient, à côté des surfaces de Peterson, des surfaces nouvelles, algébriques et réelles.

Hydrodynamique. 1. Jusqu'à présent la théorie des fonctions analytiques a joué dans l'étude des mouvements plans des fluides un rôle quasi exclusif; M. Emile Picard avait insisté autrefois sur l'intérêt que présenterait une conception plus compréhensive; c'est à ce point de vue que se place M. *D. Riabouchinsky* qui utilise, notamment, les fonctions de la forme $\varphi + \varepsilon\psi = f(x + \varepsilon y)$ avec $\varepsilon^2 = -a$.

2. Comme le montre M. *Benjamin Meisel*, le mouvement relatif d'un liquide incompressible, remplissant entièrement un vase simplement connexe tournant, est invariant pour tous les axes de rotation parallèles.

Elasticité. 1 et 3. M. *Louis Roy* développe les équations de la surface élastique rapportée à des axes locaux; ces équations permettent, notamment, l'étude des petits mouvements. Elles se simplifient alors moyennant certaines hypothèses (mouvements autour d'une surface plane, symétrie, isotropie). Eles montrent que la température n'intervient pas dans le mouvement tangentiel et permettent d'étudier l'influence de la viscosité.

2. Le problème de la pièce rectangulaire, subissant des pressions normales sur ses bases a été théoriquement résolu par Mathieu dans le cas de pressions symétriques par rapport aux axes d'un carré et par une méthode exigeant au préalable le calcul de 92 séries. M. *A. Mesnager* indique une méthode plus générale et qui n'exige que le calcul d'une série simple et d'une série double.

4. M. *J. Haag* étudie l'influence, sur les paramètres d'un spiral, d'une variation des forces agissant sur le spiral. Il envisage, notamment, la variation des forces d'inertie; dans le cas du spiral plat les courbes terminales semblent avoir une influence négligeable; mais le cas du spiral cylindrique, trop simplifié jusqu'ici, appelle de nouvelles recherches.

5. Le problème plan de l'équilibre d'élasticité d'un prisme rectangle a été complètement résolu; M. *Belzecki* montre comment on peut résoudre le problème général à l'aide des solutions de trois problèmes plans.

Physique mathématique. Les équations obtenues jusqu'ici dans l'extension des relations de Maxwell à la relativité générale ne peuvent généralement pas, dans aucun système local, être ramenées à l'équation des ondes M. *Léopold Infeld* montre comment on peut éviter cet inconvénient en utilisant une géométrie non riemannienne.

Relativité. A propos des récentes recherches de M. Esclangon sur la théorie de la relativité, M. *Corps* rappelle son hypothèse sur la variabilité du vent d'éther et sur l'intérêt que présenterait l'étude de sa composante verticale.

Navigation. M. *D. Gernez* montre comment on peut construire rapidement, point par point, la courbe de relèvement radiogonométrique constant, sur la sphère, d'une station donnée.

Calcul des probabilités. La densité moyenne des nombres premiers compris entre 10^8 et $10^8 + (5.10^4)$ est de 5,41 o/o. Partant de là, M. *Emile Borel* a calculé la répartition théorique des nombres premiers dans cet intervalle, dans l'hypothèse où elle suivrait uniquement les lois du hasard et il l'a comparée à la répartition effective; celle-ci est plus régulière que la première, tout en présentant la même allure. L'Auteur signale à ce propos divers problèmes qu'il y aurait intérêt à résoudre.

RENÉ GARNIER.

T. S. F.

Ondemètre-hétérodyne de 10 à 20.000 mètres. — Tous les radio-électriciens connaissent l'intérêt présenté par un ondemètre-hétérodyne de grande étendue et d'étalonnage constant. Malheureusement ce dernier point conduit à des complications assez sérieuses dans la construction des appareils et rend leur emploi moins fréquent qu'il ne serait souhaitable. Le Radio Research Board a fait étudier assez récemment un appareil simple et précis tout à la fois dont nous allons indiquer brièvement la construction et les caractéristiques.

Comme l'indique la fig. 191, le montage est une variante du montage Hartley. Il faut noter que la production d'oscillations est accompagnée d'une détection par la grille ce qui occasionne une chute importante du potentiel moyen de grille et corrélativement une baisse du courant de plaque. On réduit ainsi l'amplitude des oscillations engendrées. La capacité C de couplage grille est mise à une valeur aussi faible que possible. Les bobines sont à prise médiane; à part leur résistance à la déformation, elles ne présentent pas de caractères spéciaux sauf pour les courtes longueurs d'onde où les pertes sont réduites au minimum. Le condensateur d'accord présente outre sa rigidité un faible facteur de puissance; il doit pouvoir être manœuvré par un long manche amovible. La lampe peut être choisie à faible résistance interne pour faciliter les accrochages des oscillations de très courtes longueurs d'onde, mais si on n'attache pas d'importance spéciale à ce point, toute autre lampe peut être prise. Nous n'insisterons pas sur les détails de construction; les précautions à prendre sont les mêmes que pour tout appareil de mesures à triodes.

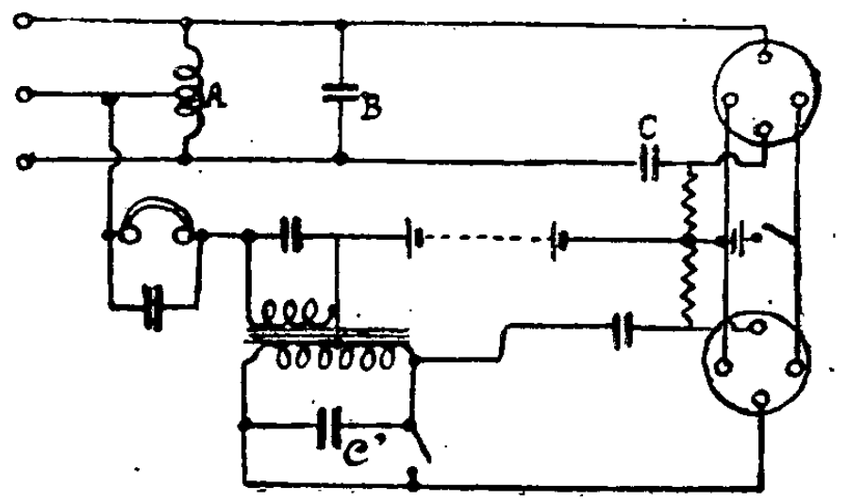


Fig. 191.

L'appareil comprend comme l'indique le schéma, un circuit modulateur à basse fréquence; la lampe modulatrice est alimentée par les mêmes batteries que la lampe oscillatrice. Le circuit oscillant a été construit en rebobinant un transformateur basse-fréquence ordinaire avec deux enroulements, l'un d'environ 4.000 tours et à prise médiane approximative, l'autre d'environ 200 tours avec prise au 50e, 100e et 150e tour. Par la capacité C', on fixe la note que l'on veut. Un commutateur permet de mettre en action ou d'arrêter le modulateur.

Ces quelques indications données, les caractéristiques de l'appareil sont les suivantes :

1° Gamme étendue (10 à 20.000 mètres) par simple changement de bobines.

2° émission d'ondes modulées à fréquence audible, ce qui peut être très utile dans l'accord et l'essai de circuits récepteurs.

3° Faible encombrement et par suite maniabilité.

4° Constance de l'étalonnage. Ceci est dû à l'effet de détection signalé ci-dessus. L'appareil est absolument remarquable à ce point de vue. Une variation de 30 à 70 volts dans la tension plaque et de 1,5 à 2 volts dans la tension de chauffage entraîne une variation de fréquence inférieure à 1/1000e. Si l'on permute la lampe avec une autre du même modèle, on constate une variation du même ordre. Patiquement, cette constance est très intéressante à cause des changements de tension qui peuvent se produire au cours d'un essai ou d'une mesure.

P. Abadie.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 18 juin 1928.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *L. Perney* (prés. par M. L. Lecornu). — **Sur une propriété générale des équations différentielles (ordinaires ou aux dérivées partielles) et des équations intégrales.**

— *D.-Th. Egoroff* (transm. par M. Emile Borel). — **Sur quelques points de la théorie des équations intégrales à limites fixes.**

THÉORIE DES NOMBRES. — *W.-A. Tartakowsky* (transm. par M. Hadamard). — **La détermination de la totalité des nombres représentables par une forme quadratique positive quaternaire.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *S. Piccard* et *D. Mirimanoff* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les courbes binomiales.**

— *J.-V Neumann* (prés. par M. E. Borel). — **Sur la théorie des jeux.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *V. Hlavaty.* — **Sur les coefficients de Ricci.**

— *M. Vasseur* (prés. par M. Goursat). — **Sur les systèmes conjugués permanents dans la déformation d'une surface.**

ÉLASTICITÉ. — *B. Meisel.* — **Sur la torsion des corps prismatiques.**

TOPOLOGIE. — *P. Alexandroff* (transm. par M. Hadamard). — **Sur les frontières de domaines connexes dans l'espace à *n* dimensions.**

— *B. de Kerékjarto* (transm. par M. Hadamard). — **Démonstration élémentaire du théorème de translation dû à M. Brouwer.**

GÉODÉSIE. — *M. Brillouin.* — **Conditions mixtes aux frontières. Océans et Continents. Marées statiques.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *R. Ferrier* (prés. par M. Paul Painlevé). — **L'ampérien dans la théorie des spectres.**

OPTIQUE. — *J. Cabannes* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Les lois expérimentales de l'effet Raman et les théories de la lumière.**

— *A. Bogros* et *J. Rocard* (prés. par M. Cotton). — **Quelques précisions au sujet des effets Raman et Cabannes Daure.**

Les auteurs ont cherché à savoir si les raies de Raman correspondaient à des vibrations cohérentes en étudiant le spectre diffusé par un mélange d'eau et de phénol opalescent, éclairé par une lampe à vapeur de mercure. Les résultats négatifs ont établi que les radiations de Raman ne subissent pas d'opalescence critique et semblent donc être incohérentes. Ils ont également étudié dans l'opalescence les élargissements et déplacements de raies diffusées observées dans la diffusion ordinaire par MM. Cabannes et Dause. Ils n'ont pu constater la moindre dif-

férence de structure ni un élargissement quelconque et ils expliquent comment ce résultat ne s'oppose pas à celui de MM. Cabannes et Dause.

SPECTROSCOPIE. — *Mlle Hanot* (prés. par M. Cotton). — **Recherches sur les raies de l'hydrogène dans l'arc électrique.**

Lorsqu'on forme sur la fente l'image de la région brillante correspondant à l'arc non encore dévié ni étalé, les raies de l'hydrogène apparaissent très élargies. La largeur des raies augmente quand on fait varier l'intensité du courant. Si l'on place la fente de façon qu'elle soit éclairée seulement par la partie finale et nettement déviée de l'arc, on constate que les raies sont fines.

— *H. Volkringer* (prés. par M. Ph. Fabry). — **Spectres continus et spectres de bandes de la vapeur de zinc.**

Pour les faibles densités de vapeur, on obtient un spectre continu qui semble lié au spectre de raies, et que l'on peut attribuer à des électrons libres tombant sur une orbite avec une énergie cinétique quelconque et à des électrons passant d'une orbite sur une autre en émettant un rayonnement non quantifié. Pour les fortes densités de vapeur on obtient un spectre de bandes qui s'étend de 2975 Å à 4.800 Å se détachant en partie sur un fond continu, plus une bande continue avec maximum à 2570 Å et qui semble se terminer à la raie 2139 Å. Ces spectres peuvent être attribués au rayonnement de molécules instables formées d'atomes de zinc dont certains au moins seraient excités.

PHYSIQUE. — *J. Becquerel* et *W. J. de Haass* (transm. par M. P. Weiss). — **Décomposition de l'effet Faraday en deux phénomènes d'origines différentes. Polarisation rotatoire diamagnétique et polarisation rotatoire paramagnétique.**

RADIOACTIVITÉ. — *Mme I. Curie* et *Frédéric Joliot* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur le nombre d'ions produits par les rayons α du Ra C' dans l'air.**

Avec une source de dépôt actif du radium, le rayonnement γ représente environ 2,6 p. 100 du rayonnement total. Un écran de $\frac{6}{100}$ de millimètre qui arrêterait complètement les rayons α du RaC' diminue de 7 p. 100 environ le rayonnement γ mesuré. En tenant compte de l'absorption du rayonnement γ dans la série des écrans, on a trouvé que s'il existe un rayonnement γ très mou, l'ionisation qu'il produit représente moins de $\frac{1}{1000}$ de l'ionisation due au rayonnement total $\alpha+\beta+\gamma$. Le rayonnement γ très absordable venant de Ra B ou de Ra (C+C') a donc un effet ionisant négligeable vis-à-vis de celui des rayons X.

PHOTOCHIMIE. — *P. Villard.* — **Sur les actions chimique des radiations. Remarques au sujet d'une interprétation.**

Cette Note est consacrée à la discussion d'une interprétation relative à divers phénomènes photographiques, et émises par M. H. Belliot en décembre 1927, interprétation qui offre quelqu'analogie avec celle émise par M. Villard, quelques mois auparavant.

CHIMIE PHYSIQUE. — *M. Auméras* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur l'état d'ionisation des solutions d'hydrogène sulfuré.**

— *P. Riou* et *P. Cartier* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Influence de la viscosité sur la vitesse d'absorption du gaz carbonique par les solutions de carbonate neutre de sodium.**

La viscosité peut influer sur la vitesse d'absorption d'un gaz par un liquide, mais n'est en aucun cas le facteur principal.

La fonction chimique du corps organique cristalloïde ajouté semble jouer un rôle très important, sinon prépondérant, sur la vitesse d'absorption d'un gaz par un liquide.

Tous les corps organiques cristalloïdes, ne donnant pas de combinaison avec le carbonate neutre de sodium, augmentent la vitesse de réaction alors que la viscosité augmente.

Les résultats obtenus laissent entrevoir des applications industrielles intéressantes dans le lavage des gaz.

— *P. Brun* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur la chaleur de formation des mélanges hydroalcooliques partiellement miscibles.**

Les expériences ont porté sur les huiles de fûsels qui ont été assimilées à des mélanges d'eau, alcool éthylique, alcool iso-amylique, qui sont les constituants principaux de ces huiles. L'auteur a préparé des séries de mélanges de ces trois liquides. Deux graphiques permettent de vérifier les principes établis dans le cas des mélanges de deux liquides (les mélanges qui s'accompagnent d'une contraction sont exothermiques; ceux qui se produisent avec une augmentation de volume sont endothermiques) et de constater la proportionnalité des deux variations $\Delta q = f\Delta V$.

Ni la chaleur de mélange, ni la chaleur spécifique des mélanges étudiés ne sont fonctions des concentrations des différents constituants.

— *J. Loiseau* (transm. par M. Léon Guillet). — **Contribution à l'étude des alliages de cuivre par la diffraction des rayons X.**

L'écrouissage oriente les plans (100) en les inclinant de 5°30' sur le plan contenant la direction du laminage (Oy) et l'axe du faisceau. Les plans bissecteurs des plans réflecteurs sont perpendiculaires entre eux et leur intersection est sur l'axe du faisceau. Par laminage le métal subit une modification profonde due aux déformations par glissement des masses cristallines. Le recuit a d'abord pour effet d'orienter les plans (100) autour d'un axe perpendiculaire à la feuille laminée. Le recuit complet est atteint lorsque ces plans sont définitivement orientés. Par surchauffe il y a réflexion sur les plans réticulaires dont la distance est inférieure à la dimension de la maille et qui sont, dans l'ordre des équidistances décroissantes, les plans (110), (111), (200).

— *A. Roux* et *J. Cournot* (prés. par M. L. Guillet). — **Etude cristallographique par rayons X de la structure de dépôts électrolytiques simultanés de deux métaux.**

Les métaux suivants ont été déposés simultanément par électrolyse : cuivre-zinc sur acier, cadmium-argent sur duralumin, cadmium-étain sur duralumin, cadmium-nickel sur duralumin et les auteurs ont recherché sur les spectres de diffraction des rayons X, si les métaux déposés en même temps conservaient leur personnalité, ou s'ils se combinaient ou donnaient lieu à miscibilité pendant l'électrolyse. Les résultats obtenus montrent que les spectres des dépôts simultanés ne sont pas la superposition des spectres des métaux constituants et que, par conséquent, pendant l'électrolyse, les métaux s'unissent pour former soit des solutions, soit des combinaisons.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Ch. Moureu, Ch. Dufraisse* et *M. Badoche.* — **Autoxydation et action antioxygène. Propriétés catalytiques du phosphore.**

Les expériences ont mis en évidence ce fait remarquable que le phosphore blanc se montre un bon antioxygène

vis-à-vis du furfurol, dont l'autoxydation est ainsi entravée.

A l'encontre de ce que l'on observe quand on l'oppose au furfurol, l'absorption de l'oxygène, dans le cas de l'aldéhyde benzoïque a été plus rapide qu'en l'absence de phosphore et il en est de même pour le styrolène et l'essence de térébenthine.

Quant au phosphore rouge, ses actions sont analogues à celles du phosphore blanc, mais beaucoup moins intenses.

CHIMIE MINÉRALE. — *L. Andrieux* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur la préparation et les propriétés d'un borure de cérium.**

Le borure de cérium a été préparé par la méthode électrolytique à partir de bains formés de borates, de fluorures et d'anhydride borique. Un mélange de borate et de fluorure de lithium donne des résultats très satisfaisants.

Le borure de cérium CeB^6 se présente sous forme de petits cristaux bleu-violacés d'aspect cubique ou prismatique. Il est dur, raye le quartz et la topaze, difficilement le rubis. L'acide azotique étendu l'attaque rapidement, mais non les solutions alcalines. Il est décomposé au rouge par la soude et la potasse fondues, les carbonates, les nitrates et les bisulfates alcalins. Il rappelle par ses propriétés les borures des métaux alcalino-terreux.

CHIMIE ORGANIQUE. — *J. Savard* (prés. par M Ch. Moureu). — **Courbe d'absorption des pulégonénols.**

Le remplacement du CO par le groupe =C (OH) dans les pulégones (cétones non saturées, provoque : 1° la disparition de la première bande (vers 3000-3200 Å. attribuée au CO; 2° l'apparition de la première partie ascendante d'une bande située dans l'ultraviolet extrême et devant vraisemblablement être attribuée au groupe OH; 3° la position de la bande éthylénique n'est pas sensiblement modifiée, mais, par contre, la valeur de son intensité d'absorption maximum est abaissée.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *C. Dauzère* et *J. Bouget* (prés. par M. Brillouin). — **Sur l'ionisation intense de l'air dans les lieux fréquemment foudroyés.**

Il existe des lieux dans lesquels l'ionisation de l'air, au voisinage du sol, est constamment plus intense que celle qu'on observe dans les lieux environnants, à la même attitude et dans les mêmes conditions physiques.

Les lieux qui sont fréquemment foudroyés coïncident avec des lieux d'ionisation maxima; la situation des uns et des autres dépend de la constitution géologique du sol.

L. FRANCHET.

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — *René Maire.* — **La végétation et la flore du Hoggar.**

L'auteur distingue dans les montagnes du Hoggar trois étages de végétation : un étage tropical, un étage méditerranéen et un étage méditerranéen supérieur.

L'étude de la flore montre qu'elle est formée de reliques tropicales et de reliques méditerranéennes, adaptées, pour la plupart, aux dures conditions actuelles. Beaucoup de ces reliques sont des legs d'un passé à climat plus humide que le climat actuel; les études botaniques amènent, sur ce point, à des conclusions concordant avec celles que l'on peut tirer des données géologiques, géographiques et zoologiques.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *J. Bougault* et *E. Cattelain* (prés. par M. Gh. Moureu). — **Nouvelles recherches sur les étholides des cires de Conifères.**

L'acide junipérique acquiert une certaine importance comme base de préparation de composés à odeur de musc; il peut donc être intéressant de rechercher une source naturelle abondante de ce composé.

Indépendamment des *Juniperus Sabina* et *J. communis*, *Picea excelsa*, *Thuya occidentalis*, les *Pinus maritima* et *P. austriaca* et *Abies Nordmanniana* constituent aussi une source intéressante de cet acide.

ENTOMOLOGIE. — *H. Janvier* (*Fr. Claude-Joseph* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Le régime de l'*Opisthopatus Blainvillei***

Ce Péripate est un chasseur et un mangeur incomparable de Termites, et si les ravages des *Calotermes* sont limités, c'est à lui qu'on le doit en grande partie. Chaque nuit ces *Opisthopatus* parcourent les galeries des *Calotermes* et lancent des faisceaux de filaments gluants sur les individus qu'ils rencontrent; les Termites atteints par ces filets élastiques restent emprisonnés sur place et en font des proies faciles à dévorer.

— *A. Mordvilko* (prés. par M. P. Marchal). — **Nouvelle contribution à l'étude de l'anolocyclie chez les Pemphigiens des Pistachiers.**

L'auteur montre que, d'après la distribution de telles ou telles formes anolocycliques des Pucerons, on peut juger par contre-coup de l'ancienne distribution de différents hôtes primaires, et ceci s'applique surtout aux espèces végétales, telles que celles du genre *Pistacia*, qui jouent le rôle d'hôtes primaires exclusifs vis-à-vis de certaines espèces de Pucerons. On peut, d'après ces données, non seulement juger de l'ancienne distribution des hôtes primaires, mais encore si ces hôtes primaires sont disparus récemment ou depuis longtemps.

PHARMACODYNAMIE. — *René Hazard* (prés. par M. A. Desgrez). — **Action cardiovasculaire de la tropinone.**

La tropinone exerce une action hypertensive fugace qui a sans doute pour origine une vasoconstriction périphérique et qui s'accompagne d'une action dépressive sans doute réflexe, sur le vague cardiaque. Cette action hypertensive rapproche la tropinone de la N-méthylgranatoline ou de la pseudopelletiérine qui l'exercent aussi et la différencie nettement du tropinol, hypotenseur à effet durable.

PHYSIOLOGIE. — *J.-E. Abelous* et *H. Lassalle* (prés. par M. Ch. Richet). — **Action de l'extrait aqueux de substance nerveuse sur l'excitabilité du système nerveux.**

Il paraît établi que la substance nerveuse introduite par voie parentérale possède une action neurotrope excitatrice. Par suite, on peut penser que l'augmentation d'excitabilité nerveuse constatée par les auteurs chez les animaux à la suite de la section d'un nerf volumineux (sciatique) est due à la résorption de la substance même du tronc nerveux séparé de son centre trophique.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Mme M. Phisalix* et *F. Pasteur* (prés. par M. L. Bouvier). — **Action des rayons ultraviolets sur le sérum de la Vipère aspic.**

Les rayons ultraviolets n'exercent aucune action modificatrice sur la toxicité du sérum de Vipère. Son influence des rayons ultraviolets, le sérum de Vipère a perdu son pouvoir antivenimeux. Ces rayons détruisent les antigènes venimeux et rabique du sérum de Vipère aussi bien que ceux du venin, et se montrent sans action sur leur toxicité globale. Seuls, les 28,14 watts de l'ultra-violet ont suffi à détruire les antigènes vénimeux et rabique du sérum de Vipère.

ÉLECTRICITÉ PHYSIOLOGIQUE. — *W. Kopaczewski* (prés. par M. d'Arsonval). — **Pénétration électrocapillaire des matières colorantes dans la cellule.**

Seuls, les colorants acides peuvent pénétrer dans les cel-

dules végétales des fleurs blanches vivantes; cette pénétration est d'autant plus nette que le degré de dispersion du colorant est fort.

Seuls, les colorants basiques peuvent pénétrer dans la cellule animale étudiée (paramœcies); cette pénétration ne dépend pas, comme pour la cellule végétale, du degré de dispersion : les colloïdes semblent y pénétrer avec autant de facilité que les moléculoïdes.

BIOLOGIE. — *Marcel Avel* (prés. par M. Caullery). — **Nutrition et sexualité chez les Lombriciens.**

On peut penser, d'après les résultats exposés dans cette Note, que le facteur qui détermine la sexualité est une hormone qui n'existe pas chez le jeune et dont l'apparition marque la puberté. Toutefois, l'existence d'une telle hormone est encore purement hypothétique. Peut-être la puberté consiste-t-elle soit en un changement dans les propriétés des glandes génitales et des caractères sexuels secondaires, qui rendrait ces organes sensibles désormais aux variations périodiques de la nutrition, soit en un changement dans le métabolisme général des animaux.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *S. Posternak* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sur la limite de dégradation des lectotyrines par la trypsine.**

Des produits de digestion trypsique de la caséine il est possible d'isoler en plus des lactotyrines déjà décrites, un polypeptide phosphoré ayant 14 N pour 4 H et qui représente le produit ultime de dégradation des lactotyrines par la trypsine. On ne trouve pas, parmi ses fragments d'hydrolyse, d'autre acide oxyaminé que la sérine.

PROTISTOLOGIE. — *Raymond Poisson* (prés. par M. F. Mesnil). — *Eccrinopsis Mercieri* **n. sp., Eccrinide parasite du rectum de l'***Oniscus asellus* **L. Son cycle évolutif.**

Bien que n'ayant pas observé le coude à angle droit si caractéristique des jeunes stades des espèces du genre *Eccrinopsis* Lég. et Dub., l'Eccrinide des *Oniscus*, tant par son aspect général que par sa spore uninucléée, peut provisoirement être rangée dans ce genre sous le nom d'*Eccrinopsis Mercieri* n. sp.

BACTÉRIOLOGIE. — *E. Nicolas* et *J. Lebduska* (prés. par M. E. Leclainche). — **Etude comparative de l'action de l'urée et de la sulfo-urée sur le développement et la vitalité des bactéries.**

La sulfo-urée exerce une action gênante, nettement plus marquée que celle de l'urée, sur le développement et la vitalité des microbes examinés. Chez les animaux, la toxicité de l'urée est plus grande que celle de la thio-urée. C'est l'inverse de ce qui se passe chez les plantes et chez les microbes.

MÉDECINE. — *Henri-Jean Frossard* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur une théorie mécanique de la surdité, son traitement rationnel, sa prophylaxie.**

La désinfection du rhino-pharynx s'impose à titre préventif et même curatif, surtout chez les adénoïdiens. Le produit à employer doit être : 1° inoffensif, car les instillations nasales seront au moins biquotidiennes et persistantes; 2° aqueux, pour éviter les fermentations anaérobies; 3° isotonique, pour ne pas produire de congestion. L'auteur s'est arrêté à une solution à $\frac{1}{1000}$ de terpènes iodés.

Si l'hypoacousie est d'origine moyenne primitive, la prophylaxie et le traitement consistent, en outre, dans le massage phonique de l'oreille au moyen du stéthoscope (pantophone de Frossard), pour combattre l'ankylose menaçante ou installée.

— *G. Delamare* et *C. Gatti* (transm. par M. H. Vincent). — **L'évolution des kystes de la piedra paraguayenne.**

Les kystes paraissent bien provenir des cellules adultes du mycélium, cellules ovales, hypertrophiées et hypocolorables, à noyau fragmenté. Après la fragmentation nucléaire, les granulations protoplasmiques deviennent plus grandes et plus nombreuses, puis s'effectue une fragmentation cytoplasmique qui finalement donne naissance à un nombre variable (en général 6 à 12) d'éléments en navette et à double contour très fin.

P. GUÉRIN.

Séance du 25 juin 1928.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *A. Rosenblatt* (transm. par M. Hadamard). — **Sur les conditions d'unicité d'une solution des équations différentielles ordinaires.**

— *M. Biernacki* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les suites des fonctions holomorphes.**

— *V. A. Kostitzin* (transm. par M. Hadamard). — **Sur une équation intégro-différentielle.**

— *Raphaël Salem* (prés. par M. J. Hadamard). — **Détermination de l'ordre de grandeur à l'origine de certaines séries trigonométriques.**

— *A. Roussel* (prés. par M. Goursat). — **Pseudo-dérivée d'une fonction.**

— *A. Ghika* (prés. par M. Goursat). — **Sur les fonctions de carré sommable le long des contours de leurs domaines d'holomorphisme.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Tambo Lyche* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur la convergence de la série**

$$\sum_{r=0}^{\infty} \begin{bmatrix} x \\ r \end{bmatrix} z^r$$

— *N. Obrechkoff* (transm. par M. Emile Borel). — **Sur la sommation de la série de Taylor sur le contour du polygone de sommabilité par la méthode de M. Borel.**

— *G. Valiron* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur une généralisation d'un théorème de M. Landau.**

THÉORIE DES GROUPES. — *E. Cartan.* — **Sur les espaces de Riemann clos admettant un groupe continu transitif de déplacements.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *R. Coenen.* — **Sur les surfaces isothermiques.**

— *G. Vranceanu* (prés. par M. Hadamard). — **Sur le calcul différentiel absolu.**

ÉLASTICITÉ. — *J. Haag* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur le calcul de certaines déformations élastiques, avec application à l'inertie des spiraux.**

PHOTOMÉTRIE. — *A. Blondel.* — **Sur le rendement des globes diffusants translucides et le principe de la conservation des flux lumineux.**

HYDRODYNAMIQUE. — *J. Baurand* (prés. par M. Brillouin). — **Détermination du profil d'une onde circulaire de petites amplitudes à la surface d'un liquide.**

La détermination ne peut se faire que par points : on photographie les déplacements d'un point de la surface du liquide, en fonction du temps, compté à partir du début du mouvement. En déplacement le centre de production des ondes, on peut reconnaître les déplacements verticaux des différents points d'un rayon de propagation, à un instant donné, donc le profil du train d'ondes à cet instant. On peut ainsi mesurer les amplitudes des différentes ondes à $\frac{1}{80}$ de millimètre près.

ASTRONOMIE. — *Mme E. Chandon* (prés. par M. Deslandres). — **Sur la variation de la latitude de l'Observatoire de Paris.**

L'auteur a comparé la latitude moyenne déterminée en 1926 à celle qui fut obtenue en 1916 avec l'astrolabe à prisme de MM. Claude et Driencourt.

En 1916, 54 la moyenne de 19 soirées avait donné pour la latitude : $\varphi = 48°50' 11''21$.

En 1926. 82 la moyenne de 23 soirées donne $\varphi = 48°50' 11''23$.

La variation de $+0''02$ de la latitude a été confirmée par les résultats obtenus à l'Observatoire de Greenwich avec le télescope flottant de Cookson.

— *A. Danjon* (prés. par M. Cotton). — **Etude photométrique d'Algol au photomètre visuel à œil-de-chat.**

Cette Note est consacrée à la discussion des résultats obtenus dans l'automne de 1927-1928 dans l'observation d'Algol avec le photomètre à œil-de-chat. L'auteur avait comparé la variable à l'étoile BD + 40° 363 (7 m. 3) située à 33' de distance.

GÉODÉSIE. — *P. Helbronner.* — **Déviations de la verticale en Corse,**

Les attractions se font, en général, nettement vers l'intérieur de l'île, en direction régulière des massifs les plus voisins, même souvent très inférieurs en puissance et en altitude, masquant toute action dépendant de la nature géologique dont l'influence s'efface complètement devant celle du relief. Cette conclusion est identique à celle où avait été conduit l'auteur à la suite de son étude sur les Alpes françaises.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *D. Chalonge* (prés. par M. Charles Fabry). — **Etude sur les fluctuations nocturnes de l'ozone atmosphérique.**

Les recherches ont porté sur la période comprise entre octobre 1927 et avril 1928 et ont conduit aux conclusions suivantes : 1° La haute atmosphère ne contient jamais moins d'ozone la nuit que le jour; 2° l'épaisseur nocturne s'écarte peu d'une valeur moyenne qui est ici de 335, c'est-à-dire ne présente pas de variation saisonnière, du moins dans la période étudiée.

La création et les fluctuations de l'ozone à grande altitude ne semblent donc devoir s'expliquer qu'en faisant intervenir d'autres causes que le seul rayonnement ultraviolet solaire.

MÉTÉOROLOGIE. — *H. Arctowoski* et *E. Stenz.* — **Etude des poussières tombées dans le midi de la Pologne du 26 au 28 avril 1928.**

On peut admettre, par kilomètre carré, une chute moyenne de 30 tonnes dans le palatinat de Tarnopol, 20 tonnes dans celui de Stanislawow, 10 tonnes dans ceux de Lwow et de Wolhynie, notablement moins dans les autres. Soit, au total, dans toute la superficie atteinte, en Pologne, 1.500.000 tonnes.

La composition centésimale de cette poussière, déduction faite de l'eau et des substances organiques est de :

Silicate et quartz	76,46
Substances colloïdales (argile)	20,36
Carbonates	2.38
Sulfates	0.24
Phosphates	0,56

CRISTALLOGRAPHIE. — *G. Friedel.* — **Au sujet d'un Mémoire de M. W. G. Burgers sur les cristaux uniaxes à pouvoir rotatoire.**

L'auteur considère comme inexacte, la théorie de M. Burgers, suivant laquelle la mâcle serait due à la pseudo-symétrie de l'ensemble de l'édifice cristallin, théorie qui conduirait à cette conclusion erronée que la maille commune à deux cristaux mâclés n'est pas un multiple de la période simple, mais bien un sous-multiple.

— *Ch. Mauguin* (prés. par M. Fréd. Wallerant). — **Étude des chlorites au moyen des rayons X.**

Les recherches ont porté sur la Pennine, le Lenchtenbergite et la Grochauite. Leur motif cristallin renferme 6 atomes d'oxygène. Le nombre d'atomes électropositifs varie d'une maille à la voisine, de sorte que la formule moyenne de la maille comporte des exposants fractionnaires. Mais la somme de tous les exposants fractionnaires des atomes électropositifs est toujours égale à 6. Le motif cristallin est donc toujours formé de 12 atomes au total, 6 atomes d'oxygène électro-négatifs et 6 atomes électropositifs.

PHYSIQUE. — *P. Lejay* (prés. par M. G Perrier). — **Sur un procédé d'enregistrement des oscillations de pendule libre, et sur applications aux mesures de gravité.**

Les expériences ont montré qu'on pouvait faire des mesures au millionième de seconde, en quelques minutes. Pour ajouter une décimale de plus, et atteindre la plus grande précision dans les mesures de gravité (g au centième de millimètre), sans prolonger les séries sur le terrain, il faudrait disposer de garde-temps autres que les pendules à contacts et de signaux radiotélégraphiques plus réguliers que les signaux actuels.

— *M. Chopin* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **Nouvelle méthode de mesure de la température du gaz.**

Les indications d'un thermomètre ou d'un couple thermoélectrique plongé dans un gaz en mouvement sont faussés par le rayonnement de l'enceinte environnante et l'erreur ainsi commise peut être considérable aux températures élevées. Pour éviter cette erreur, l'auteur mesure les modifications apportées par la dilatation à l'écoulement du courant gazeux, faisant ainsi intervenir directement une fonction de la température absolue du courant.

ÉLECTRICITÉ. — *E. Dubois* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur l'effet Volta.**

Au lieu de chauffer dans le vide l'une des deux électrodes dans un tube de quartz, on chauffe électriquement une spirale cylindrique constituée par un fil fin du métal à étudier. L'électrode non chauffée est un cylindre métallique de diamètre un peu inférieur au diamètre de la spirale. Cette électrode est mobile et l'effet Volta entre les deux électrodes est mesuré à la manière ordinaire. Il résulte des expériences effectuées que la vapeur d'eau joue un rôle important dans l'effet Volta.

OPTIQUE. — *P. Daure* (prés. par M. A. Cotton). — **Etude des radiations secondaires observées dans la diffusion moléculaire de la lumière par les fluides (effet Raman).**

Les recherches ont porté sur l'éther et l'alcool éthylique, le benzène, le toluène, le mélange de ces deux liquides, les sels minéraux dissous dans l'eau. Les résultats montrent que le spectre du mélange benzène et toluène est la superposition des spectres des deux composants. La comparaison des spectres des corps ayant un radical commun met en évidence que certaines raies sont nettement différentes; d'autres sont légèrement déplacées; d'autres sont conservées.

PHOTO-ÉLECTRICITÉ. — *A. Blanc* (prés. par M. Brillouin). **Courant photo-électrique ou fonction du champ dans l'air à la pression ordinaire.**

Pour un même métal avec des éclairements différents, dont les valeurs relatives sont données par la cellule Serpi, on obtient une famille de courbes dont les ordonnées sont, pour le même champ, proportionnelles aux éclairements :

par suite, pour deux éclairements donnés et pour diverses valeurs du champ, le rapport des intensités est constant.

Pour deux métaux différents on peut amener les deux courbes à se couper, en réglant les éclairements à l'aide du diaphragme, mais elles ne coïncident pas : le rapport des intensités varie de part et d'autre de l'unité. Les deux courbes n'appartiennent pas à la même famille. Ainsi la forme de la courbe dépend de la nature du métal.

RADIOACTIVITÉ. — *C. Chomié* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur le phénomène de groupements d'atomes pour les émanations et pour les mélanges des radioélements.**

Les émanations des radioéléments qui se dégagent dans l'air ou qui se dissolvent dans le mercure en sortant des ampoules forment des groupements d'atomes.

Dans les mélanges des radioéléments il y a en partie formation de groupements hétérogènes, mais en même temps il y a aussi conservation de groupements formés par les atomes de la même famille.

CHIMIE PHYSIQUE. — *A. Tian* (prés. par M. J. Perrin). — **Réaction de double décomposition en vapeurs salines : fumées produites entre sels gazeux.**

Le mélange de deux vapeurs salines pouvant donner par échange de leurs constituants un sel fixe, ou relativement peu volatil, ou bien un sel à constituants forts, ou relativement forts, tend à déterminer la précipitation du sel, sous forme de fumées.

— *R. Wurmser* et *J. Geloso* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur le potentiel limité des solutions de glucides.**

Les résultats sont exposés au moyen d'un diagramme.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Aubel* et *Bourguel* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur le passage de l'acide pyruvique à l'alanine.**

Cette étude a permis de réaliser la synthèse de l'alanine, aux dépens de l'acide pyruvique et de l'ammoniaque, et a montré qu'il était possible, en changeant de catalyseur, de réaliser une dégradation de l'acide pyruvique, analogue à celles que l'on rencontre dans certaines fermentations.

— *E. Tassilly, A. Belot* et *M. Descombes* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur l'emploi des alcalis caustiques solides pour la saponification des éthero-sels.**

Dans un creuset d'argent pourvu d'un couvercle, on met de la potasse caustique pulvérisée, et passée au tamis 30, dans la proportion minimum de deux molécules de KOH réelle par fonction éther à saponifier. On ajoute, en remuant, l'éther sel. La réaction se manifeste par une prise en masse progressive. En général, il se produit un échauffement qu'il faut parfois modérer en plongeant le creuset dans l'eau; dans d'autres cas, il est nécessaire de chauffer pour provoquer la saponification. On abandonne ensuite à la température ordinaire et la réaction est totale au bout d'une heure. Cette méthode très simple paraît être généralement indiquée dans le cas des éthers à saponification difficile ou anormale.

— *Mme Ramart-Lucas* et *Salmon-Legagneur* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Stabilité comparée des isomères suivant leurs spectres d'absorption. Transpositions dans la série des glycols et des aldéhydes.**

Les règles qui utilisent la connaissance des spectres d'absorption dans l'ultraviolet pour la prévision des transpositions intramoléculaires, ont conduit les auteurs à obtenir à volonté, sous l'action de la chaleur, par déshydratation de certains glycols, soit des aldéhydes, soit des cétones, et à transformer une aldéhyde en cétone. Ainsi à la température de 250°-300° les glycols primaires-tertiaires n'ont donné que des aldéhydes; à la température de 400-450°, ces mêmes glycols n'ont fourni que ces cétones.

— *P. Brenans* et *Ch. Girod* (prés. par M. A. Béhal). — **Phénol triiodé obtenu avec les acides iodo-5-et diiodo-3.5-salicyliques.**

A une dissolution d'acide iodo-5-salicylique dans la soude, on ajoute une solution d'iode iodurée. Après une heure de contact on additionne d'un excès d'acide sulfurique dilué; on enlève l'iode par l'acide sulfureux, puis le précipité recueilli est maintenu à l'ébullition dans l'eau additionnée de carbonate de baryte. On filtre, on enlève l'excès de sel de baryum par HCl dilué. Le triiode-phénol obtenu est séché et dissous à chaud dans le benzène. Par refroidissement il cristallise en aiguilles blanches, fusibles à 157°.

— *G. Bertrand* et *G. Nitzberg*. — **Sur l'α-glucoheptulite**

L'α-glucoheptulite est très soluble dans l'eau et peu soluble dans l'alcool. Dans ce dernier solvant elle cristallise en fines aiguilles soyeuses blanches fondant à +144°. La structure est asymétrique : elle devie à gauche le plan de la lumière polarisée. Formule : $C^7H^{16}O^7$.

Les auteurs ont étudié également les formules structurales de l'α-glucoheptulose et de l'α-glucoheptulite.

L. Franchet.

PHYTOPATHOLOGIE. — *J. Costantin*. — **Notes de pathologie alpestre.**

L'auteur signale la présence d'une Urédinée, parasite du *Picea excelsa*, dans les Alpes de Savoie. Il s'agit du *Chrysomyxa Rhododendri*. La maladie devient beaucoup plus grave entre 1900 et 2100 mètres. Elle doit contribuer probablement au nanisme et aussi à la mort de certains individus. Toutefois, à une altitude plus élevée, un *Picea* adossé à un *Pinus cembra* était indemne. M. Costantin émet l'hypothèse que les mycorhizes de ce Pin, en s'insinuant dans les racines de l'Epicea adossé, lui ont donné une résistance inattendue vis-à-vis du *Chrysomyxa*.

BACTÉRIOLOGIE. — *A. Calmette, J. Vallis* et *A. Lacomme*. — **Nouvelles recherches expérimentales sur l'ultravirus tuberculeux.**

Les mesures de prophylaxie individuelle et de défense sociale contre la tuberculose doivent toujours être principalement dirigées contre les effets particulièrement nocifs des réinfections bacillaires, surtout dans le très jeune âge. Elles doivent tendre : 1° à réaliser la vaccination préventive par le BCG, dont l'expérience, à la Clinique Baudelocque, montre la parfaite innocuité, aussi bien pour les enfants de mères tuberculeuses qui naissent sans doute presque tous porteurs d'ultravirus, que pour ceux qui naissent indemnes; 2° à séparer, toutes les fois qu'il est possible, dès après leur naissance, les nouveau-nés de mères phtisiques.

GÉOLOGIE. — *E. Roch* et *C. Tingry* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur la terminaison occidentale du Haut-Atlas marocain.**

L'anticlinal du cap Ghir, s'arrêtant à la vallée de l'Aït Moussa doit s'interpréter comme un pli accessoire dans la voûte simple que forme l'Atlas, c'est un *brachyanticlinal juxtaposé à l'Atlas*.

Seul le pli du Lgouz représente la terminaison occidentale de l'Atlas, et il est important de souligner que ce pli est déversé vers le Sud.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *V. Hasenfratz* et *R. Sutra* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur les principes immédiats des graines de deux espèces de *Combretum*.**

Les graines du *C. Bernierianum* et du *C. Subumbellatum* renferment environ 10 pour 100 d'une matière grasse formée principalement de palmitine et d'oléine et une proportion de saccharose notable puisqu'elle correspond à un minimum de 4 pour 100 du poids de graines.

Il n'existe aucun glucoside à côté du saccharose.

ÉLECTRICITÉ PHYSIOLOGIQUE. — *Philippe Fabre* (prés. par M. d'Arsonval). — **La chronaxie par les tubes cathodiques à vide.**

Pour étudier l'effet de passages extrêmement courts d'un courant constant, il paraît préférable de substituer aux rhéotomes actuels des procédés purement électriques. Pour faire varier aisément les durées de passage, il suffit de mettre en parallèle sur le condensateur de déviation un autre condensateur fixe, de capacité plus forte, et de le charger par le courant constant d'un petit kénotron. Le faisceau possède alors une vitesse de déviation proportionnelle à l'intensité du courant du kénotron, réglable par rhéostat de chauffage. Ainsi le temps de passage est lu directement sur un milliampéremètre traversé par ce courant auxiliaire.

— *E. Huguenard* et *A. Magnan* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur la production d'électricité par les torpilles.**

Il semble y avoir chez la torpille combinaison d'un appareil électrique produisant une force électromotrice quand on le comprime, et d'un dispositif capable d'effectuer cette compression par la volonté de l'animal. Ceci serait confirmé par le fait que, lorsqu'on provoque la décharge volontaire de la torpille en lui pinçant la queue, son corps semble s'aplatir.

PHYSICO-BIOLOGIE. — *Tahir Ertogroul* (prés. par M. F. Mesnil). — **Emploi de la lumière de Wood dans le diagnostic précoce de la grasserie des vers à soie.**

Par l'emploi de la lumière de Wood, il est possible de surveiller, d'une façon méthodique, les élevages des reproducteurs, de reconnaître la maladie d'une façon très précoce et d'éliminer immédiatement les sujets malades. Tous les vers atteints de grasserie montrent une fluorescence jaune très vive, tandis que les vers sains sont d'un gris violet sombre, sans fluorescence.

BACTÉRIOLOGIE.—*Paul Rossi* (prés. par M. E. Leclainche). **L'ultra-virus tuberculeux peut exister dans le lait provenant d'une mamelle tuberculeuse.**

La tuberculose expérimentale obtenue avec un filtrat de lait purulent rappelle en tous points celle observée après l'inoculation de virus filtrant. Aussi, l'auteur se croit-il autorisé à conclure à l'existence de l'ultra-virus tuberculeux dans un lait déjà macroscopiquement altéré, sécrété par un mamelle profondément lésée.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Ch. Hruska* (prés. par M. Roux). — **Le rôle du traumatisme lors de l'infection charbonneuse du chevreau par la voie digestive.**

Il résulte des expériences relatées dans cette Note que l'appareil digestif présente une réelle barrière contre la pénétration des spores et des bactéridies. Cependant quelques spores vont pénétrer dans la circulation sanguine au cours de la digestion. Spores et bactéridies peuvent circuler pendant plusieurs heures sans créer ni charbon interne, ni immunité contre cette infection. L'infection charbonneuse prend naissance seulement au lieu du traumatisme.

P. GUÉRIN.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. Edmond Wilson a été élu Associé étranger en remplacement de M. Lorentz, décédé.

M. Frédéric Swartz a été élu Correspondant pour la Section de Chimie.

MM. H. Deslandres et H. Le Chatelier ont été réélus membres du Conseil de perfectionnement de l'Ecole Polytechnique.

MM. Ferrié, Abraham, Maurain, Mesny, Bureau, Le Corbeiller, Bouthillon, Salomon et Brenot ont été désignés pour faire partie de la délégation française à l'Assemblée générale que l'Union internationale de radiotélégraphie scientifique doit tenir à Bruxelles du 10 au 15 septembre 1928.

Académie d'Agriculture. — On été élus membres titulaires :

Dans la Section d'Histoire naturelle agricole, M. Roule;

Dans la Section d'Economie des Animaux, M. Edmond-Fouret.

Dans la Section des Cultures spéciales, M. Nomblot.

Observatoire de Paris. — M. P. Fatou est nommé astronome titulaire en remplacement de M. Simonin, admis à la retraite.

Union astronomique Internationale. — La troisième assemblée générale de l'Union Astronomique Internationale s'est tenue à Leyde du 5 au 13 juillet. Elle a réuni près de 300 astronomes appartenant à 27 nations de tout le monde civilisé.

La cérémonie inaugurale a eu lieu à La Haye où le Ministre de l'Education, des Arts et des Sciences a souhaité la bienvenue à l'Union au nom du Gouvernement Hollandais. Les séances des commissions et les séances plénières se sont tenues à Leyde.

L'Union astronomique Internationale a été organisée en 1919 à Bruxelles par le Conseil International de recherches pour grouper les entreprises astronomiques qui avaient eu jusqu'alors un caractère international, telles que la Carte Photographique Internationale du Ciel, la Commission internationale de l'Heure, l'Union de physique solaire, l'Association Géodésique Internationale. L'Union comprend maintenant une trentaine de commissions s'occupant chacune d'une branche particulière de l'astronomie et ayant chacune son organisation propre, son président et ses membres. Les travaux de l'Assemblée générale ont consisté essentiellement dans les réunions de ces commissions et l'examen des rapports présentés sur les différents sujets dont elles s'occupent.

L'assemblée était présidée par le Prof. de Siller, président de l'Union et directeur de l'Observatoire de Leyde. Le nouveau comité exécutif nommé dans la séance de clôture est formé de Sir Frank Dyson, Astronome Royal d'Angleterre, président, de MM. Schlesinger (U.S.A.), Andoyer (France), Giorgio Abelti (Italie), Nörlund (Danemark), Nusl (Tchécoslovaquie), vice-présidents. Lieutenant-Colonel Stratton, secrétaire général. La prochaine réunion se tiendra aux Etats-Unis.

Les relations entre les représentants de tant de nations différentes ont été empreintes de la plus grande cordialité, et aucun de ceux qui étaient présents ne pourra oublier l'accueil si hospitalier et si aimable que leurs hôtes hollandais ont su réserver à tous.

— *Les Académies allemandes et les Unions scientifiques.* — Au cours de sa dernière Assemblée générale tenue en juin 1926 à Bruxelles, cédant à la demande instante des délégués de la Hollande, de la Grande-Bretagne et de la Suède qui se portaient garants de l'acceptation de l'Allemagne, le Conseil international de Recherches avait voté, à

l'unanimité, l'envoi à ce pays, d'une invitation à adhérer au Conseil et aux Unions qui en dépendent.

Depuis lors, près de deux ans se sont écoulés et l'Allemagne n'a pas jugé à propos d'accuser réception de cette invitation. Jusqu'à preuve du contraire, ce silence prolongé doit être interprété comme équivalant à un refus de sa part, d'autant plus que l'Académie autrichienne sollicitée d'adhérer au Conseil international s'est récusée.

Dans ces conditions, la délégation française qui vient d'assister au Congrès tenu à Leyde témoigne sa surprise que néanmoins des invitations aient été adressées à des Savants allemands.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — *Soutenances de thèses.* — Les thèses suivantes pour le doctorat ès-sciences ont été soutenues à la Sorbonne :

19 juillet. — M. Dufay : « *Recherches sur la lumière du ciel nocturne.* »

21 juillet. — M. Huggett : « *Applications de l'analyse thermo-magnétique aux oxydes et aux minerais de fer.* »

— *Faculté de médecine.* — M. Gougerot, agrégé, est nommé Professeur de clinique des maladies cutanées et syphilitiques, en remplacement de M. Jeanselme.

M. Lereboullet, agrégé, est nommé Professeur d'Hygiène et Clinique de la première enfance en remplacement de M. Marfan.

Facultés de médecine. — Par dérogation aux dispositions des articles 2 et 10 de l'arrêté du 14 mars 1924, modifié par l'arrêté du 5 février 1926, il ne sera pas ouvert de sessions pour la 1re et la 2e épreuve de l'examen de l'agrégation de médecine en décembre 1928 et en mars-avril 1929.

Collège de France. — M. E. Fauré-Frémiet est nommé Professeur de la chaire d'embryologie comparée en remplacement de M. Henneguy, décédé.

Ecole nationale d'Horticulture de Versailles. — Un concours sera ouvert, le lundi 8 octobre 1928, à huit heures du matin, au siège de l'Ecole Nationale d'Horticulture, à Versailles, pour l'admission de nouveaux élèves à cet établissement.

Les demandes d'inscription, établies sur papier timbré et accompagnées du dossier réglementaire, devront parvenir au Ministère de l'Agriculture (Direction de l'Agriculture, 1er bureau), avant le 20 septembre 1928.

Les candidats demandant une bourse devront joindre à leur dossier un extrait du rôle des contributions et une feuille de renseignements sur les charges de famille.

Un droit d'inscription de 25 fr. sera exigé des candidats. Il devra être versé, au moment de l'inscription, entre les mains de l'agent comptable de l'Ecole Nationale d'Horticulture de Versailles. Ce droit ne sera pas remboursé en cas d'échec ou d'absence.

Université de Leyde. — Le grade de Docteur *honoris causa* a été conféré à M. H. Deslandres, Directeur de l'Observatoire de Paris et à M. K. F. Kütstner, Directeur de l'Observatoire de Bonn, à l'occasion de la troisième Assemblée générale de l'Union astronomique internationale.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Cours de physique biologique, par Fred Vlès, Professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg. In-8° de 197 pages avec 75 figures. Vigot Frères, Paris. — Prix : 30 francs.

Ce volume représente la première partie d'une introduction à la chimie-physique biologique qui, elle-même, constitue le Tome I d'un important Traité de physique biologique. L'auteur, dont l'enseignement s'adresse surtout à des élèves de licence. — physiologistes ou biologistes. — et à des étudiants en médecine, s'est efforcé de rester à leur portée et de leur expliquer les phénomènes physico-chimiques dont les organismes vivants sont le siège sans développements physiques ou mathématiques trop élevés. Certes cela l'oblige à schématiser bien des questions ou bien à reprendre de très loin les prémisses d'un sujet fort simple par lui-même, mais, au moins cela permettra à l'étudiant d'aborder quand même des questions que sans cela il devrait laisser de côté faute de pouvoir les saisir parfaitement.

D'ailleurs, M. Vlès n'a pas seulement écrit pour ceux qui s'en tiendont aux premières notions acquises dans son livre, il a songé à ceux qui continuent à travailler ou bien qui possèdent déjà des connaissances les mettant en état de négliger les notions élémentaires et, à leur intention, il a introduit çà et là des paragraphes complémentaires sur l'état actuel des certaines questions, ainsi que de nombreuses indications bibliographiques.

A en juger par ce premier fascicule, l'Introduction à la Physico-Chimie biologique sera accueillie très favorablement tant par les étudiants que par les biochimistes et les biologistes ; elle rendra certainement de grands services aux uns et aux autres. Le volume qui fait l'objet de la présente analyse est entièrement consacré à l'osmose et aux propriétés qui sont liées à la concentration moléculaire des solutions. Sa lecture nous fait souhaiter de n'avoir point trop longtemps à attendre la publication des six fascicules qui doivent suivre et compléter le Tome I du Traité de Physique biologique.

A. B.

Marine products of commerce, par Donald K. Tressler, de l'Office national des Pêches des Etats-Unis. — In-8° de 762 pages avec 257 figures. The Chemical Catalog Company Inc. Editeur, New-York U.S.A. — Prix : 12 dollars.

La mer est une inépuisable source de richesses pour qui sait l'exploiter ; malheureusement, tous les Français n'en sont pas convaincus et cela au grand dommage de l'économie nationale. La France et ses colonies ont la chance d'avoir des côtes très étendues, baignées par des mers dont la flore et la faune sont extrêmement variées ; il serait donc possible, avec une bonne organisation, de donner un très grand développement à nos industries maritimes et aussi d'abaisser dans de grandes proportions le prix de revient de notre ration alimentaire. Certes, il y a chez nous des hommes pleins de dévouement et de savoir qui s'efforcent d'intéresser davantage aux productions marines les parlementaires, les industriels et les financiers, mais ce n'est que très lentement qu'ils arrivent à des résultats partiels parce qu'ils ne sont pas soutenus par l'opinion publique. Ils ont au contraire à lutter contre l'indifférence et l'ignorance générales, voire même, en ce qui concerne les questions d'alimentation, contre des préjugés particulièrement tenaces. Il en sera ainsi tant qu'on ne se décidera pas à vulgariser, à tous les degrés de l'enseignement et dans toute la France, les connaissances qui font défaut à la majorité de nos concitoyens.

C'est un véritable Traité théorique et pratique de l'exploitation industrielle des richesses marines que publie M. D. K. Tressler : grâce à la collaboration de dix-sept autres spécialistes il donne un exposé succinct des notions scientifiques, technologiques, hygiéniques, économiques et statistiques concernant les productions minérales, végétales et animales de l'océan et des fonds sous-marins. A part le premier et le dernier chapitres, qui traitent des généralités, tous les autres sont consacrés à une industrie

marine envisagée sous ses divers aspects et rédigés de telle manière que chimistes, biologistes, hygiénistes, industriels, commerçants et économistes puissent les lire avec autant d'intérêt que de profit.

Sel marin et marais salants; iode et potasse des algues marines; agar-agar et algues comestibles; algine, emplois divers des végétaux marins; perles fines, corail; caractères, biologie et distribution géographique des poissons de mer consommés aux Etats-Unis; pêcheries et méthodes de pêche, composition chimique et valeur alimentaire des poissons de mer, conservation du poisson par le froid, le salage, l'enfumage ou la dessiccation (morue, hareng, saumon, etc...); conserves de poissons, huiles de poissons, emplois des déchets de poissons comme engrais; colles de poissons; cuirs; industrie ostréïcole, pêche et utilisation alimentaire de mollusques divers et des crevettes; crabes, homards, langoustes, tortues, etc...; chasse et utilisation alimentaire et industrielle des cétacés (baleines, dauphins, phoques); pêche, préparation et commerce des éponges; tels sont les plus importants des sujets traités dans l'ouvrage. Beaucoup d'autres questions y sont d'ailleurs abordées, mais, qu'il s'agisse de problèmes d'importance capitale ou de points d'intérêt secondaire, les auteurs y donnent toujours tous les renseignements indispensables accompagnés de multiples indications bibliographiques. Toutefois, il faut bien dire que, parmi celles-ci, ils ont omis d'assez nombreux travaux français.

La liste des matières passées en revue ne comporte pas moins de 17 pages en deux colonnes. Enfin, ajoutons qu'un appendice de 24 colonnes donne la liste des noms vulgaire et la description sommaire de tous les poissons et animaux marins qui présentent un intérêt commercial quelconque aux Etats-Unis et dans l'Alaska. Bien entendu, cet ouvrage a été écrit surtout à l'intention des lecteurs américains, mais la plupart des sujets y sont exposés de telle manière qu'il peut constituer pour les Français une source de renseignements extrêmement précieuse en même temps qu'un utile enseignement.

A. Berthelot.

Manuel du Mécanicien-Electricien, par H. de Graffigny. In-16 de 225 pages avec 88 figures (*Collection Bernard Tignol*). Gauthier-Villars et Cie, éditeurs à Paris. — Prix : 15 francs.

M. de Graffigny, auteur des Albums de « Plans de pose », rédacteur à l'*Electricien*, a rassemblé dans ce petit livre les éléments essentiels de l'Electrotechnique : génératrices, électromoteurs, alternateurs, transformateurs, moteurs à courants alternatifs, stations centrales, transmissions, canalisations et appareillage sont successivement définis d'une manière très claire. Ce manuel, un peu sommaire peut-être, pourra rendre service aux praticiens. Ed. M.

Traité Synoptique de Soudure autogène et de coupage, par Maurice Vollenweider, Ingénieur A et M de la Société l'Air Liquide.

La Société « L'Air Liquide » a édité sous la forme d'un carnet de poche de 108 pages, le traité très pratique de soudure et de coupage de M. Maurice Vollenweider où l'on trouve toutes les indications utiles sur la soudure autogène des métaux usuels. Ed. M.

Les travaux Publics, par J. Bourde, Ingénieur des Travaux Publics de l'Etat. In-16 de 371 pages avec 124 figures. Bibliothèque professionnelle J. B. Baillière et fils, éditeurs à Paris. Prix :

Sous ce titre un peu général, M. J. Bourde expose clairement les principales notions pratiques utiles aux constructions : matériaux et résistance des matériaux, béton armé, murs de soutènement et de revêtement, hydraulique.

L'auteur a été attaché au Laboratoire de l'Ecole des Ponts et Chaussées et a pu ainsi recueillir une documentation indiscutable. Ed. M.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

A. Guilliermond. — Clef dichotomique pour la détermination des levures. In-16 de 124 pages avec figures. Le François, éditeur, Paris. — Prix : 14 fr.

P. Baraton. — La Mouture du Blé. In-8° de 310 pages avec 105 gravures. Lavauzelles, éditeur, Paris. — Prix : 15 fr.

F. Margival. — Détrempes et badigeons. In-16 de 160 pages avec figures. Desforges et Girardot, éditeurs. Paris. — Prix : 15 fr.

— Peintures. In-16 de 230 pages. Desforges et Girardot, éditeurs, Paris. — Prix : 22 fr. 50.

— Laques et vernis. In-16 de 165 pages. Desforges et Girardot, éditeurs, Paris. — Prix : 16 fr. 50.

Dr Otto Rank. — Le traumatisme de la naissance. Etude psychanalytique. In-8° de 400 pages. Payot, éditeurs. Paris. — Prix: 20 fr.

H. Martel. — L'industrie de l'équarissage, 2e édition. In-8° de 440 pages avec 81 figures. Dunod, éditeur. Paris. — Prix : 75 fr.

Edm. Hoppe. — Histoire de la Physique. In-8° Payot, éditeur, Paris. — Prix : 90 fr.

A. Maublanc. — Les Champignons de France. T. II. In-16 de 141 pages avec 96 planches en couleurs et 14 figures. Lechevallier, éditeur, Paris.

F. Moreau. — Les lichens. Morphologie, Biologie. Systématique. In-8° de 144 pages avec 2 planches et 65 figures. (Encyclopédie biologique). Lechevallier, éditeur.Paris.

André Joussain. — Les passions humaines. In-16 de 285 pages. Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 12 fr.

Mignard. — L'unité psychique et les troubles mentaux. In-8° de 317 pages. (*Bibliothèque de philosophie contemporaine*). Alcan, édietur Paris. — Prix : 35 fr.

Divisia. — Economique rationnelle. In-16 des 474 pages avec 40 figures (*Encyclopédie scientifique*). Doin, éditeur, Paris. — Prix : 30 fr.

Alvaro Soares Brandao. — Chimica (Curso secundario). In-8° de 257 pages. Comp. Melhoramentos. editora. S. Paolo.

John H. Morecroft, A. Pinto et W. A. Curry. — Principles of Radio communication, 2e édition. In-8° de 1001 pages avec nombreuses figures. John Willey and Sons, New-York et Chapman and Hall, London. — Prix : 1 £ 12 sh. 6 p.

Jean Chazy. — La théorie de la relativité et la Mécanique céleste. T. I. fasc. II. In-8° de 261 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 60 fr.

F. Enriques. — L'Evolution des Idées géométriques dans la pensée grecque. Point, Ligne, Surface. Fasc. I. Tr. sur la 3e édition par Solovine. In-8° de 48 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 12 fr.

Le Gérant : M. Hédan.

Imp. P. et A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 15 **66e ANNÉE** **11 AOUT 1928**

LA PLANÈTE MERCURE

par Lucien RUDAUX

Directeur fondateur de l'Observataire de Donville

Si l'on excepte Uranus et Neptune, pratiquement inaccessibles à la plupart des instruments, en raison de leur éloignement, Mercure est la planète sur laquelle on possède le moins d'observations, malgré son voisinage relatif.

Cette planète, on le sait, est la plus proche du Soleil ; elle circule autour de lui en 188 jours sur une orbite très elliptique, qui la rapproche de l'astre central à 45.500.000 kilomètres au *périhélie*, et l'en éloigne à 69.000.000 à *l'aphélie*. Si cette orbite, qui est inclinée de 7° sur le plan de l'écliptique, était représentée par un cercle matériel, nous la verrions dans son entier développement, entourant le Soleil comme une ellipse extrêmement allongée, ou comme une ligne droite. lorsque nous nous trouvons sur la ligne des *nœuds*, (intersection des plans de cette orbite et de l'écliptique). C'est donc par une sorte de balancement de part et d'autre du Soleil que semble se traduire la course de Mercure, pendant laquelle les différentes positions, prises en perspective par son globe à demi-éclairé, entraînent pour nous l'aspect de *phases* tout à fait identiques à celles de la Lune. S'écartant d'un angle qui aux époques d'*élongation* est tout au plus de 18 à 28°, en raison des variations de distance commandées par l'excentricité de l'orbite (fig. 192), Mercure occupe donc dans le ciel une position toujours voisine du Soleil et n'apparaît, brillant d'ailleurs d'un assez vif éclat, que peu après le coucher ou peu avant le lever de l'astre du jour ; l'écart maximum s'élève à 2 h. 15 tout au plus, en tenant compte, suivant l'époque de l'année, des différences de déclinaison du Soleil et de Mercure. Dans les deux cas, la période de visibilité de cette planète ne dure qu'une quinzaine de jours tout au plus pour nos climats, en raison de la rapidité de son mouvement orbital ; toujours plongée dans l'aurore ou dans le crépuscule, à une faible hauteur au-dessus de l'horizon, on ne peut l'apercevoir à l'œil nu que si le ciel est absolument dégagé des brumes qui encombrent trop fréquemment les couches inférieures de l'atmosphère.

Ainsi les conditions dans lesquelles se montrent Mercure sont essentiellement nuisibles à la qualité des images télescopiques ; on sait que la netteté de celle-ci est fortement influencée par les troubles de l'air lorsque les rayons lumineux des astres viennent à le traverser sous une grande épaisseur. Il est donc assez rare de pouvoir effectuer de bonnes observations de Mercure, d'une façon suivie surtout. On peut, il est vrai, à l'aide d'un instrument équatorial, rencontrer cette planète en plein jour, trônant alors à une grande hauteur ; mais là encore s'impose la nécessité d'un ciel très pur, afin d'éviter l'obstacle du voile aérien trop illuminé dans l'éclatant voisinage du Soleil.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Ces quelques explications font aisément comprendre pourquoi cet astre semble avoir été plutôt négligé par la plupart des observateurs. Il faut tenir compte aussi que ces défavorables conditions de visibilité s'aggravent du fait que Mercure est la plus petite des planètes principales. Avec ses 4.720 kilomètres de diamètre seulement, elle est comparativement à la

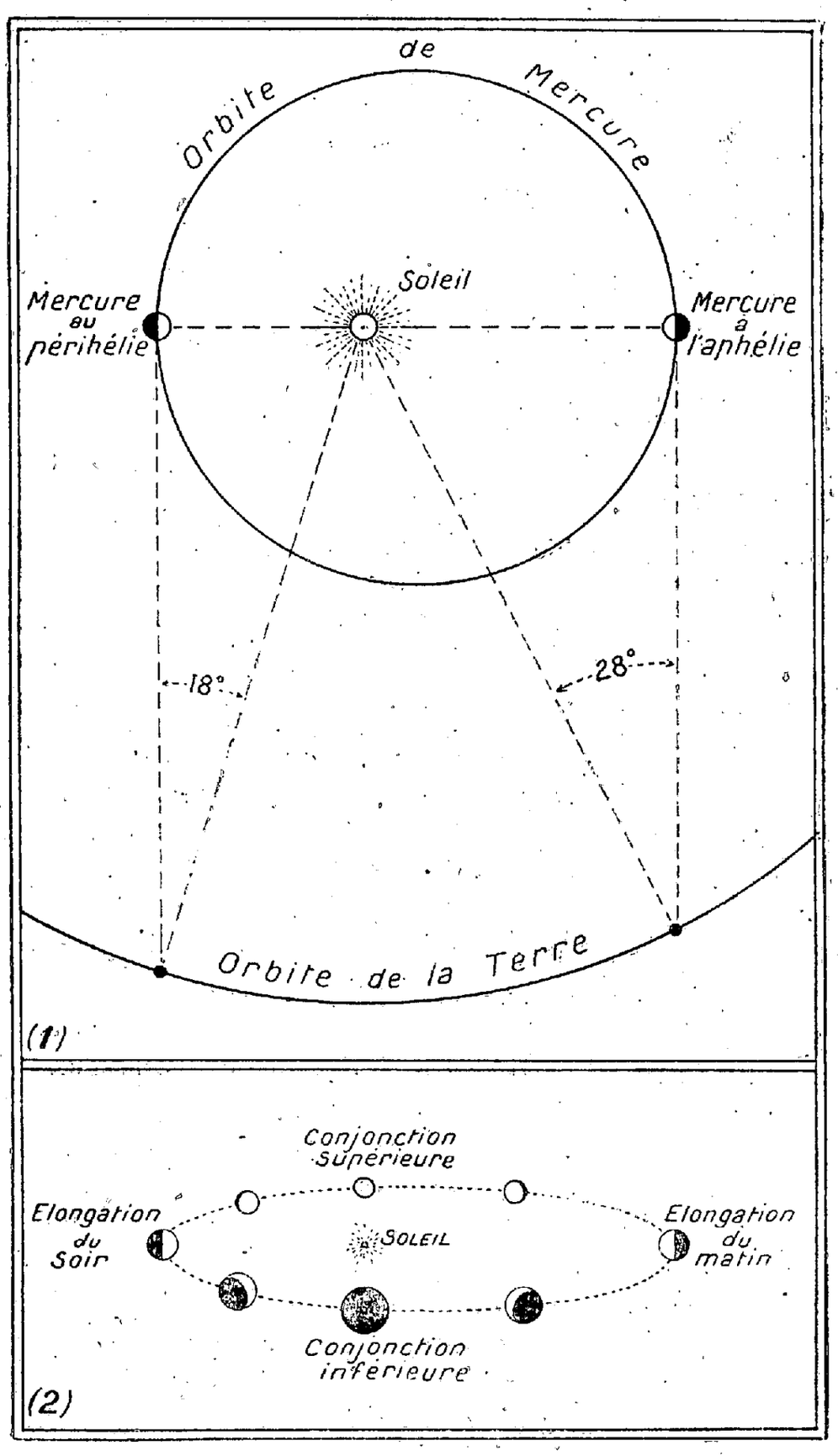


Fig. 192. (1) Relations entre l.Orbite de Mercure et celle de la Terre. — (2) Explication schématique des phases.

Terre, environ deux fois et demie plus petite en diamètre et vingt fois plus petite en volume (fig. 193). Elle n'offre donc qu'un faible diamètre apparent, qui subit d'assez grandes variations encore, en raison de l'éloignement très différent qui l'écarte de la Terre dans sa course autour du Soleil. Lorsque Mercure est à la *conjonction supérieure*, c'est-à-dire à sa plus grande distance, derrière le Soleil par rapport à nous, le diamètre apparent s'abaisse à 4"5 ; aux *élongations* il reste compris entre 7" et 8" et s'élève tout au plus à 12"9, au moment où à la *conjonction inférieure* Mercure, passant entre le Soleil et la Terre, se trouve à sa plus grande proximité ; mais alors, il tourne vers nous son hémisphère non éclairé. On remarquera donc qu'en somme cette planète se présente à nos regards dans des conditions défavorables, ne montrant une bonne partie de sa surface illuminée qu'aux époques où elle se trouve éloignée, et ainsi très réduite en dimension. L'observation d'un aussi faible diamètre apparent requiert l'usage d'un instrument capable de supporter un grossissement utile de 200 à 250 fois : c'est le pouvoir des lunettes de 95 à 108 mm. d'objectif. Les observations résumées ici ont été effectuées avec un tel instrument, excellent réfracteur de Secrétan, de 95 mm., monté en équatorial.

Ces observations s'échelonnent sur la période comprise entre 1893 et 1927 ; imposée par les

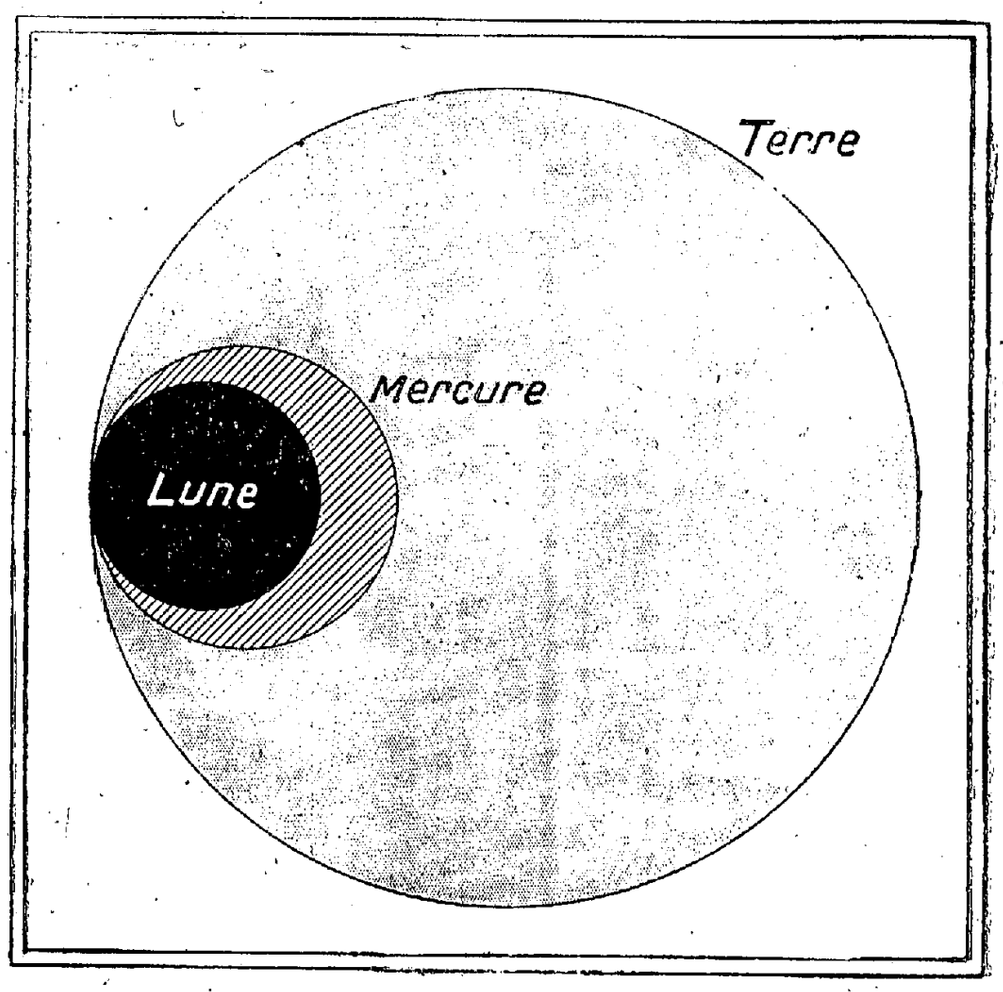


Fig. 193. — Dimensions comparées de la Terre, de Mercure et de la Lune.

défavorables circonstances précitées, afin de réunir un nombre suffisant de documents, la longueur de cette période peut être considérée par ailleurs comme un facteur important. En effet, permettant de constater la répétition de certains phénomènes, à de longs intervalles parfois, elle témoigne ainsi avec évidence de leur permanence ; en outre, des faits de caractère accidentel ou périodique, peuvent être reconnus, qu'une série unique et brève n'aurait pas mis en évidence. Les principaux résultats de ces recherches ont été communiquées en 1925 à la *Société Astronomique de France*, dans une note publiée par *L'Astronomie* (numéro d'avril) et par une communication verbale avec projec-

tions (séance du 5 mai). Des observations ultérieures les ont complétés.

La surface de Mercure a toujours été notée nettement jaune, avec des régions très claires ou blanches, et des taches sombres, d'une couleur d'ailleurs indéfinissable, aussi apparentes que celles de Mars (sinon plus) dans certaines circonstances. L'ensemble des observations, mettant en évidence la permanence de ces diverses configurations permet de les attribuer à des détails appartenant en propre au sol de la planète.

Le caractère général des taches sombres est celui de traînées reliant volontiers entre elles des régions plus foncées et plus étendues ; elles

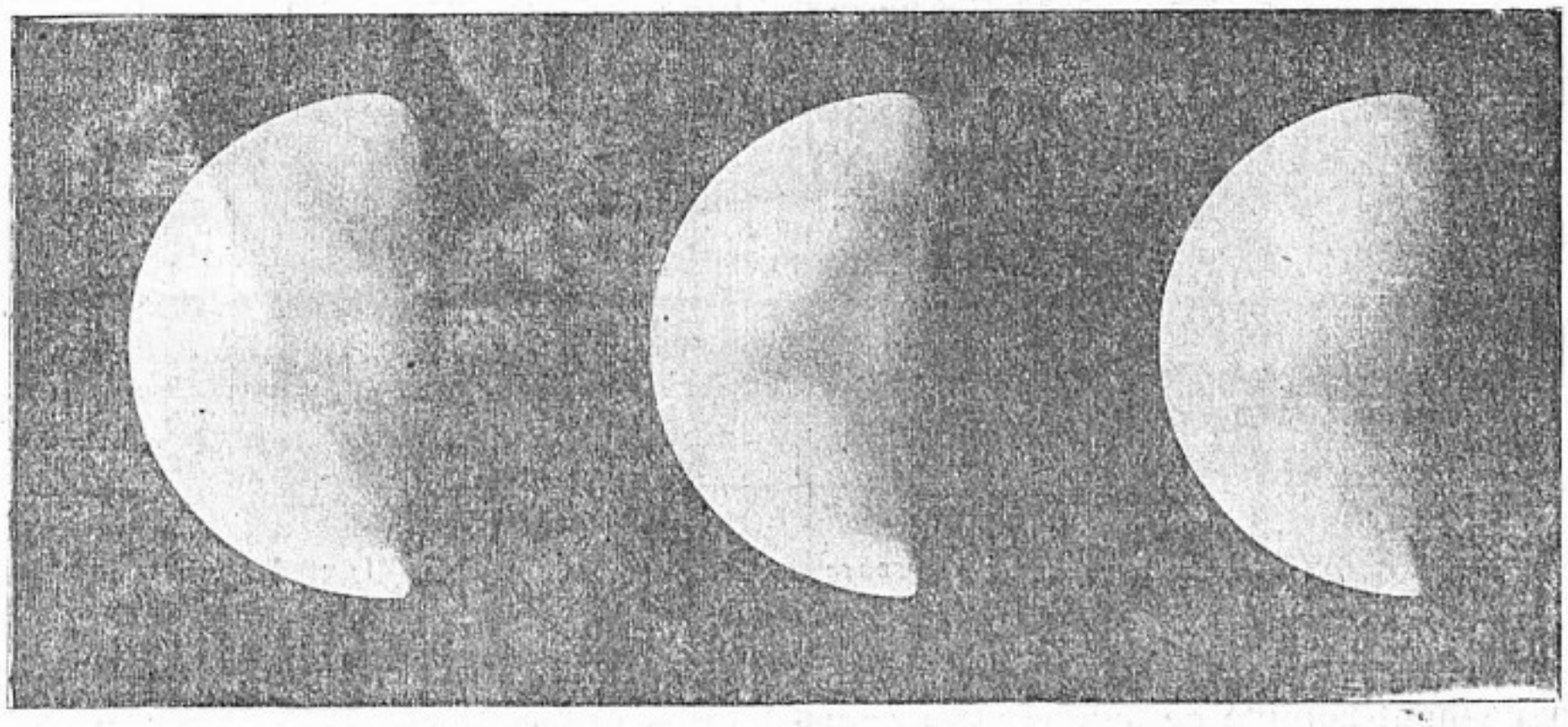


Fig. 194. — Variations d'aspect de Mercure. — De gauche à droite : 5, 6 et 10 avril 1928, à 19 h. 20.]

m'ont semblé moins linéaires que sur les dessins de Schiaparelli, d'après ses belles observations poursuivies de 1881 à 1889. Sous cette réserve, l'emplacement des configurations représentées, par l'éminent observateur se retrouve plus ou moins aisément, avec les divergences inévitables en matière de dessins planétaires. Quelques-unes de ces configurations les plus apparentes figurent déjà sur diverses observations antérieures, notamment sur celles de Denning (1881) que je trouve d'ailleurs les plus conformes aux miennes. Notons également que plus anciennement encore, Prince, Birmingham et Vogel entr'autres, signalaient en 1867 et 1870 différentes taches claires. Et au début du siècle dernier Schrœter notait une bande centrale et diverses particularités d'après lesquelles on crut pouvoir déduire une période de rotation rapide du globe de Mercure, de 24 h. 0 m. 53 sec.

Enfin, il est intéressant de signaler que des observateurs non moins consciencieux, parmi lesquels Trouvelot (1876-1881) n'ont rien pu distinguer à la surface de cette planète. Ce désaccord n'est qu'apparent ; il s'explique déjà par les très souvent défavorables conditions d'observations, mais il s'explique encore mieux par des variations réelles, déjà notées par Schiaparelli, et qui se sont maintes fois manifestées au cours de la période embrassée par mes observations. En effet, indépendamment de la qualité de l'image télescopique, les configurations sont vues très inégalement ; parfois l'image étant très agitée ou trouble, on distingue néanmoins la présence des taches qui sont manifestement très sombres ; tandis que d'autres fois une image parfaite ne les montre que partiellement, ou même ne laisse apercevoir aucun détail nettement visible. En d'autres circonstances, enfin, l'ensemble paraît seulement atténué, comme voilé (fig. 194).,

Abstraction faite de ces particularités que nous chercherons à interpréter un peu plus loin, les observations que j'ai pu effectuer sont en conformité parfaite avec la rotation lente découverte par Schiaparelli. Il faut le rappeler, cette annonce fit quelque bruit, et le doute persista à son égard. La rotation rapide de 24 heures environ admise jusque-là — et qui semble avoir encore quelques partisans — était difficilement conciliable avec la durée de 88 jours proposée par Schiaparelli. Entre la rotation rapide et celle qui s'effectue lentement dans le même temps que la révolution autour du Soleil, de telle manière que Mercure lui présente toujours la même face, aucun moyen terme. Il importe maintenant de noter, comme Schiaparelli l'a démontré, qu'en raison des inégalités du mouvement de Mercure sur son orbite très elliptique, tandis que le mouvement de rotation est uniforme, des librations très importantes se

produisent, de 23°7 de part et d'autre de la position moyenne. Un tel effet modifie grandement la position des taches par rapport à la limite de la phase, et peut se confondre avec un déplacement résultant d'une rotation rapide. Il est aisé de le démontrer, et la plupart des observateurs modernes ayant pu étudier Mercure avec quelque continuité se sont ralliés à la rotation lente.

Ces librations entraînent l'éclairement et, partant, la visibilité de plus de la moitié du globe. Et tenant compte de leur effet on constate que d'une manière générale ce sont les mêmes configurations qui se distinguent dans une même situation par rapport au terminateur de la phase, les unes visibles seulement aux époques d'élongations du soir, les autres au cours de celles du matin. Ces deux aspects caractéristiques, interprétés d'après la totalité de mes dessins, sont montrés par la fig. 195.

D'autre part, l'ensemble de ces observations a permis d'établir une esquisse cartographique de l'hémisphère (moyen) visible de Mercure (fig. 196) et dont le tracé, en l'absence de mesures micrométriques, a été obtenu par le procédé suivant. Un globe blanc, avec parallèles et méridiens de 30 en 30 degrés (coordonnées suffisantes dans le cas présent) a été successivement placé dans une position d'éclairement correspondant à la phase de chaque dessin, son méridien central toujours orienté vers la source éclairante, conformément aux conditions de la rotation lente. A chaque opération les détails du dessin utilisé ont été reproduits en projection sur le globe. Malgré sa simplicité, le procédé est susceptible d'une approximation satisfaisante, puisque les mêmes configurations vues sous des angles différents suivant les époques, sont toujours venues se superposer assez correctement dans leur tracé sur le globe.

D'un manière générale, cette carte concorde dans ses grands traits avec celle qu'avait donnée Schiaparelli, sous la réserve déjà mentionnée que les taches m'ont paru avoir un caractère beaucoup moins linéaire, et occuper ainsi une étendue plus considérable. C'est ce qui ressort également de l'examen des dessins de certains observateurs, entr'autres Denning (1881) et plus récemment Danjon (1912 et 1923), Four-

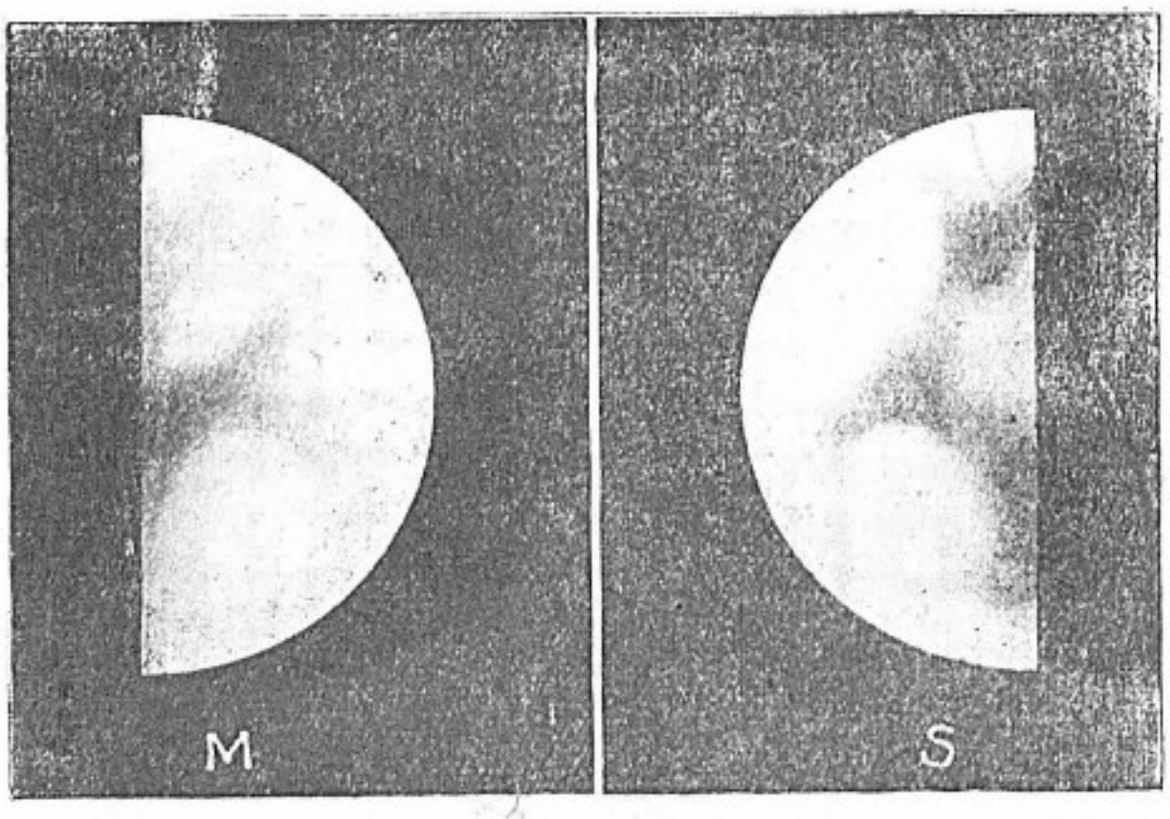


Fig. 195. — Aspect général de Mercure aux élongations du matin (M) et du soir (S)

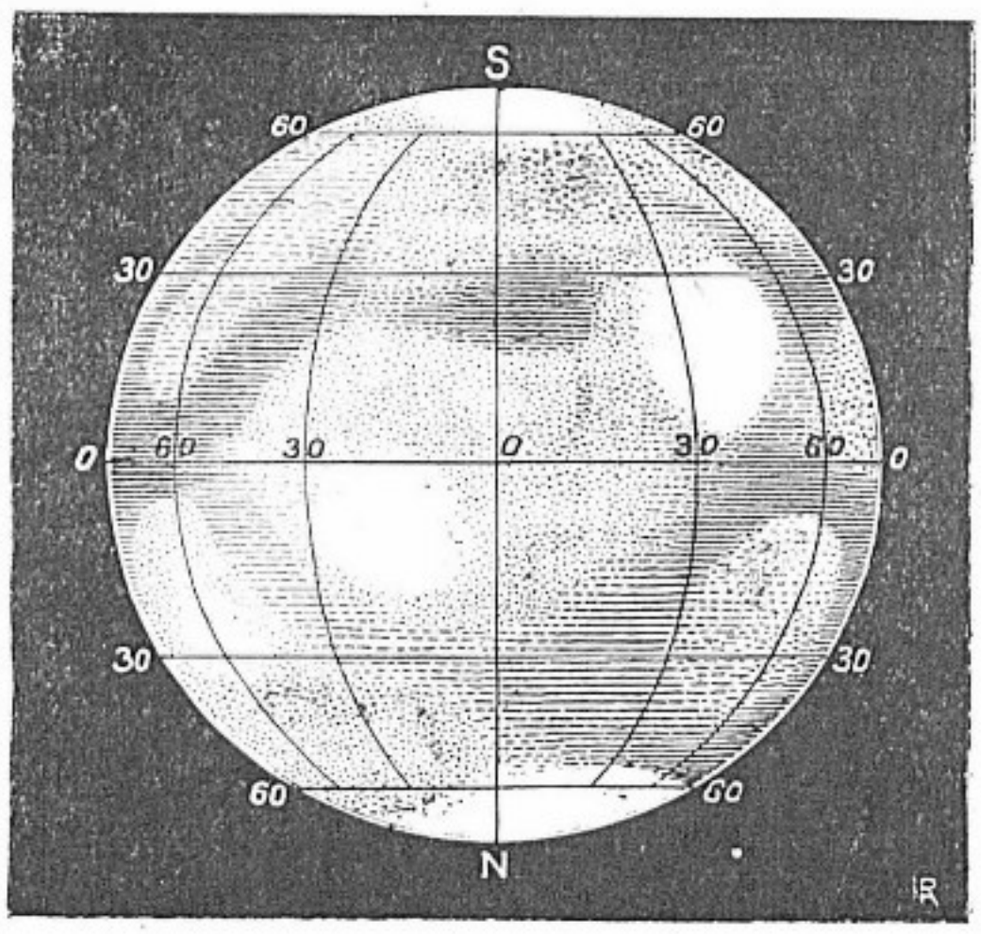


Fig. 196. — Esquisse cartographique de l'hémisphère visible de Mercure. *D'après les observations effectuées de 1893 à 1927 par L. Rudaux.*
(Les parties figurées en pointillé correspondent aux régions jaunâtres)

nier (1911-1918), Antoniadi (1927). Quoi qu'il en soit, la superficie totale des régions sombres est nettement inférieure à celle des régions claires.

Si l'on cherche maintenant à interpréter ces apparences variées, il n'apparaît guère plausible d'assimilier les configurations observées à une distribution d'océans et de terres, comme sur notre globe. Les conditions physiques de Mercure, si voisin du Soleil, est par conséquent recevant de lui une somme très intense de radiations calorifiques, semblent bien s'y opposer. D'après leurs mesures effectuées à l'observatoire du Mont Wilson, les Américains Pettit et Nicholson ont estimé que la température du sol des régions équatoriales de Mercure, devait s'élever à plus de 400° C. pour les régions qui ont le Soleil au Zénith. Quelques réserves que l'on puisse formuler au sujet de tels chiffres, il n'en reste pas moins qu'il est difficile de concevoir la persistance de surfaces aqueuses sur ce monde. L'évaporation intense sur de vastes étendues liquides entraînerait certainement des conséquences, dont nous ne constatons pas l'effet. Mais si l'analogie avec la Terre ne peut guère être mise en avant, une comparaison avec la Lune apparaît plus satisfaisante.

Le faible diamètre apparent de Mercure s'oppose à une précision qui serait précieuse pour la reconnaissance de certains détails. C'est ainsi qu'actuellement nous ne pouvons guère distinguer autre chose que de grands ensembles. Les contours même des taches paraissent volontiers imprécis, ou du moins ne peuvent être nettement déterminés. Mais l'aspect général rappelle assez volontiers celui de la Lune vue à l'œil, surtout à travers des nuées qui troublent quelque peu la vision. Pareille remarque peut se faire en se livrant à l'examen d'une photographie de notre satellite, petite et manquant de netteté. Ce sont là des conditions se rapprochant de celles de l'image télescopique, en général. La comparaison se fortifie aussi par le caractère, ou plus exactement par certaines particularités de la ligne du terminateur de la phase. La différence de niveau, renforcée d'ailleurs par le contraste, entre les massifs montagneux clairs et les grandes plaines sombres, les « *mers* » de la Lune, engendre suivant l'allure de ces régions et l'obliquité de l'éclairage, des sinuosités marquées de la ligne du terminateur. Le fait est particulièrement évident sur une image à petite échelle, dont les détails devenus indistincts, se traduisent seulement par un effet global. La similitude apparente existant entre ces aspects et ceux présentés par Mercure est mise en évidence par les fig. 197 et 198.

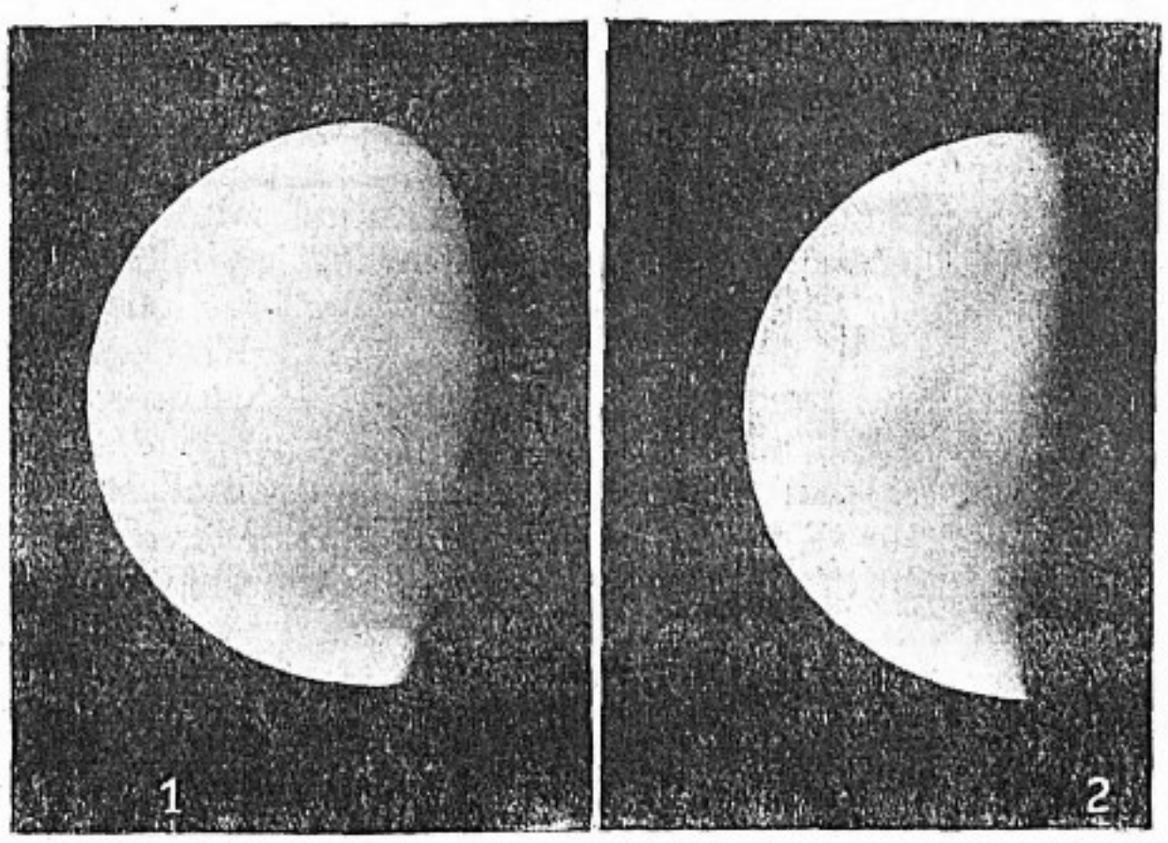


Fig. 197. — Irrégularités du terminateur de la phase de Mercure (1). 1er février 1895, — (2) 18 avril 1926.

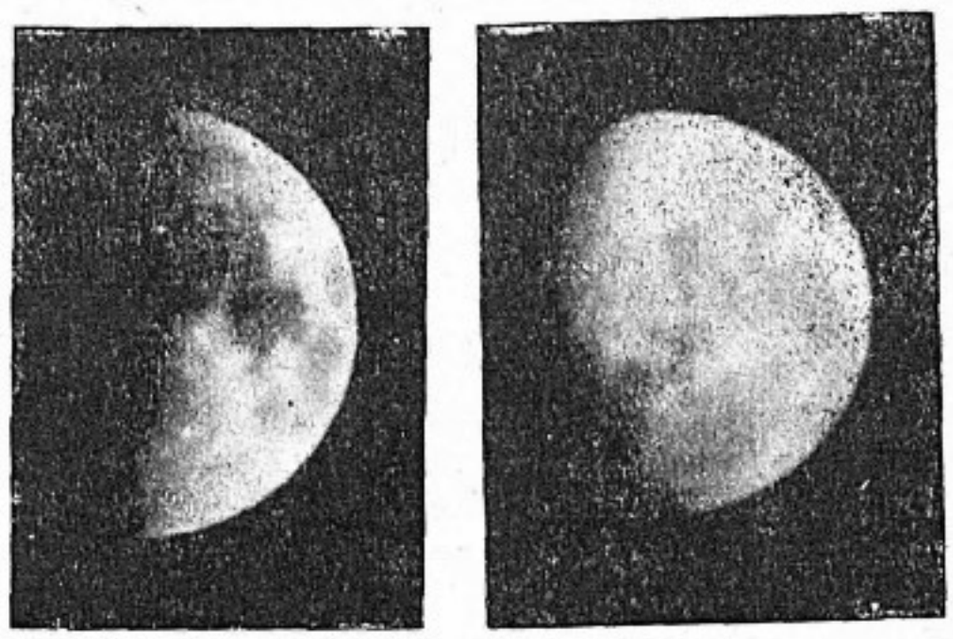


Fig. 198. — Images floues de la Lune, faisant ressortir l'apparence irrégulière du terminateur.

Il n'est donc pas téméraire d'admettre que la surface de Mercure doit offrir quelque analo-

gie avec celle de notre satellite. Jadis, Schroeter et Harding avaient même cru pouvoir attribuer à des montagnes de 20 kilomètres de haut, certaines déformations de la corne australe de la phase. Ce chiffre paraît excessif. Mais on est en droit d'admettre, d'après les particularités et comparaisons ci-dessus, que d'une manière générale la surface de Mercure doit être assez accidentée, et que les différences de niveau y sont de même ordre que sur la Lune. c'est-à-dire de trois à quatre mille mètres en moyenne.

Par contre, Mercure semble bien posséder une atmosphère qui fait défaut à notre satellite, comme on le sait. Les variations mentionnées précédemment s'expliqueraient assez difficilement en l'absence d'une couche aérienne, capable d'être le siège de certains phénomènes déterminant des voiles susceptibles de masquer plus ou moins complètement la surface du sol. Sur la nature de ces voiles il est difficile encore de se faire une opinion précise. Nuages de vapeurs ou de poussières? En tout cas ces phénomènes semblent assez fréquents et susceptibles parfois de modifications rapides sur de vastes étendues. Il n'y a rien là qui doive nous étonner. Dès l'instant qu'on est conduit à admettre la présence d'une atmosphère si peu importante soit-elle, elle est forcément le siège d'une circulation qui existe par le fait du déséquilibre entre les régions constamment surchauffées et celles qui, de l'autre côté du globe, restent dans une nuit perpétuelle. Dans l'ensemble ces conditions devraient se traduire par un régime assez régulier. Mais l'amplitude des librations amenant successivement le Soleil à culminer au-dessus de points éloignés de 47°, des pertubations importantes ne peuvent manquer de prendre naissance, en raison aussi de la diversité de la surface.

Ces dernières conditions correspondent à de véritables saisons, auxquelles vient s'ajouter l'influence des variations notables de distance au soleil du périhélie à l'aphélie. Une inclinaison de l'axe de rotation entre-t-elle en ligne de compte comme troisième élément ? Schroeter estimait que cet axe était incliné de 70° sur l'orbite. Les observations modernes n'ont pas confirmé cette valeur, sans doute exagérée. Si l'axe de rotation n'est pas perpendiculaire au plan de l'orbite comme on semble l'admettre en général, son inclinaison doit être faible. A cet égard, mais seulement à titre d'indication méritant d'être confirmée, l'ensemble de mes dessins paraissent révéler une légère inclinaison ne dépassant pas 10°, le solstice d'été boréal se plaçant peu après le périhélie. Des observations plus longues et très précises seraient nécessaires à cet égard.

Abstraction faite de ces dernières réserves, remarquons pour terminer que les autres données résumées ici se trouvent pleinement confirmées par les belles observations de M. Antoniadi, effectuées en 1927 à l'Observatoire de Meudon (1). Les dessins obtenus au grand équatorial de 0 m. 83 apportent naturellement des précisions de détail que l'on ne peut demander aux modestes instruments. Mais en constatant, par les observations exposées ici que ces derniers permettent de distinguer au moins dans leurs grandes lignes les configurations de Mercure et reconnaître un assez grand nombre de particularités, il apparaîtra que de tels instruments sont loin d'être négligeables. Ainsi des observateurs nombreux pourraient réunir d'utiles documents relatifs à cette planète encore si mal connue.

(1) « Comptes rendus » t. 185 p. 756. — « L'Astronomie » janvier 1928.

LES ORIGINES DE LA CÉRAMIQUE INDIENNE DU SUD-OUEST AMÉRICAIN

par **E.-B. RENAUD**
Professeur d'Anthropologie à l'Université de Denver (Colorado)

Depuis une dizaine d'années des efforts systématiques ont été concentrés sur quelques points du Sud-Ouest Américain où la stratigraphie permettait d'espérer l'établissement d'une chronologie qui ferait connaître la succession des diverses phases de la culture indienne préhistorique de cette région et leurs caractéristiques. La céramique fut choisie pour fournir le « fossile » indicateur des différentes périodes. Car la poterie, en fragments ou en pièces entières, se trouve partout dans cette vaste province archéologique : dans les ruines, les cimetières et les amas de débris accumulés pendant des siècles dans le voisinage des habitations anciennes. De plus, la poterie est d'un usage général et constant dans toutes les périodes préhistoriques de la culture du Sud-Ouest, sauf au début. On peut donc connaître le début de la céramique indienne et assister à son évolution complète. Enfin, les tessons de poterie, facile-

ment transportables et comparables, étant excessivement nombreux, se prêtent bien aux études statistiques révélant la fréquence relative des types en divers lieux et à diverses époques. C'est un guide parfait pour la technique et la décoration, c'est pourquoi les résultats obtenus jusqu'ici, grâce à ce critère, sont très satisfaisants. On parvient ainsi à placer dans son propre horizon tel aspect de la culture préhistorique et, dans la subdivision chronologique voulue, telle ruine ou tels objets archéologiques associés aux diverses classes de poterie.

M'étant, depuis plusieurs années, intéressé particulièrement à l'anthropologie physique des Indiens Basket-Makers ou Vanniers, qui ont précédé les Indiens Pueblos-Cliff Dwellers, j'ai voulu étudier leur industrie céramique. Je reviens d'un voyage au Nouveau-Mexique où j'ai pu discuter ces questions avec A. V. Kidder, Earl H. Morris et Frank Roberts, qui, avec S. J. Guernsey, sont les archéologues qui connaissent le mieux la chronologie céramique américaine. J'ai eu l'occasion de voir des séries de tessons, types des diverses périodes, et un certain nombre de pièces entières, tant à New-York qu'au Colorado et au Nouveau-Mexique, dans les musées.

Cette première étude portera sur la *phase initiale* de la poterie indienne du Sud-Ouest Américain, particulièrement du bassin du Rio San Juan. J'étudierai en détail la pseudo-poterie séchée au soleil et non cuite.

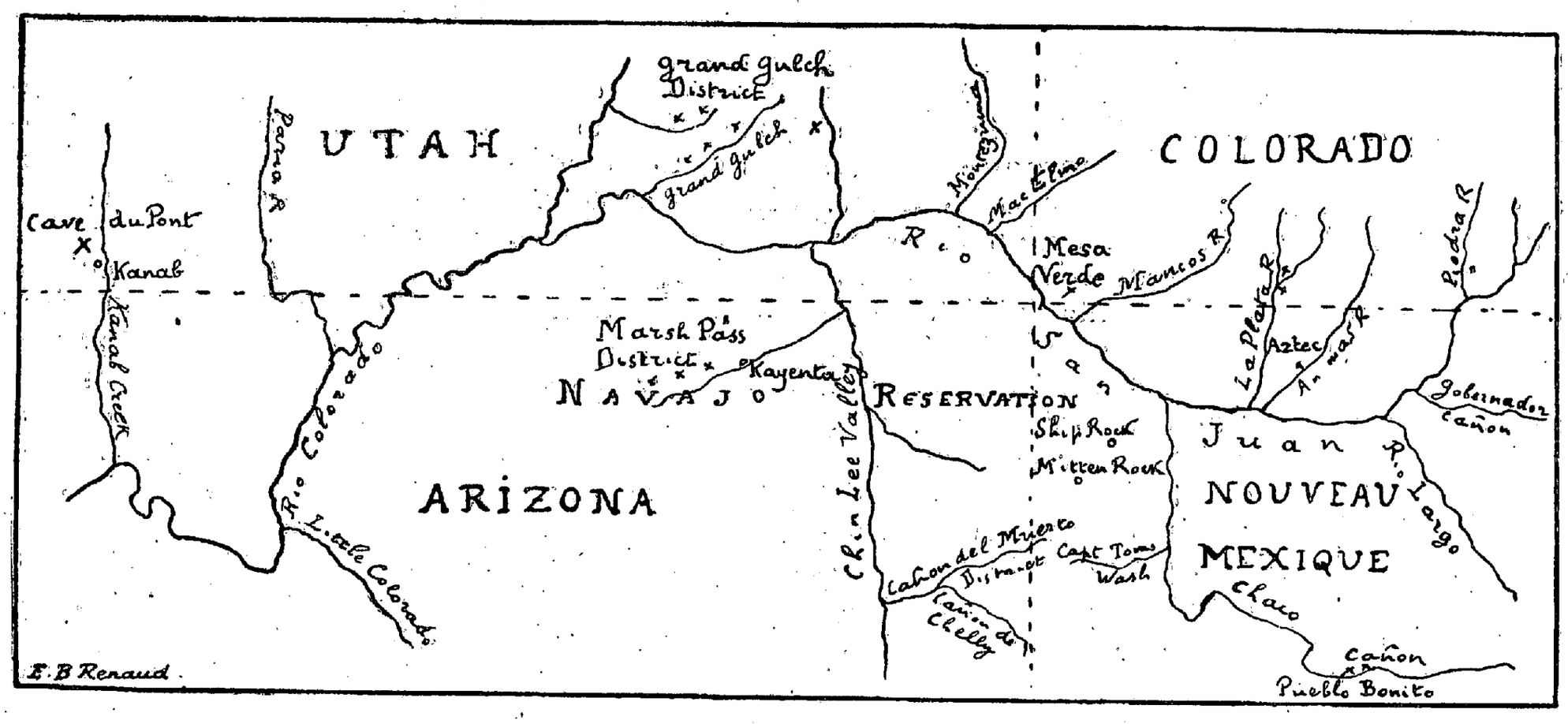


Fig. 199. — Principaux sites et districts de la culture des Indiens Basket-Makers.

La culture indienne préhistorique du Sud-Ouest des Etats-Unis se divise naturellement en trois grandes périodes. La plus récente et la mieux connue est celle des Pueblos-Cliff Dwellers, excellents potiers et constructeurs, qui ont laissé des centaines de ruines, dont beaucoup encore très importantes, dans les Etats du Nouveau-Mexique, de l'Arizona, de l'Utah, le sud-ouest du Colorado et l'est du Nevada. Brachycéphales, armés de l'arc et de flèches, ils arrivent dans la région probablement au début de l'ère chrétienne, ou un peu avant. Ils trouvèrent dans le bassin du Rio San Juan et le territoire avoisinant les Indiens appelés Basket-Makers en raison de la perfection de leur vannerie. Ces dolichocéphales plus anciens ne connaissaient pas la poterie pensait-on alors. Leur principale arme de chasse et de guerre était l'atlatl, ou propulseur, que j'ai décrit en détail dans une autre étude. Leurs ancêtres étaient des nomades chassant le gibier dans les plaines semi-désertiques du Rio Colorado et de ses affluents bordés de mesas ou plateaux.

Environ 2000 ans avant J.-C., croit-on, ces tribus à culture très primitive, paléolithique peut-on dire, commencèrent à évoluer vers un stade plus avancé : cette phase de transition, où l'agriculture n'était pas encore pratiquée, est peu connue. On l'appelle Basket-Maker 1 ou simplement B. M. 1. La deuxième période, ou B. M. 2, est celle de la culture typique des Indiens Basket-Makers. Très probablement, par suite de quelque contact avec les peuplades éloignées du sud, le maïs est alors introduit : c'est le commencement de l'agriculture dans le sud-ouest. Peu à peu les tribus se fixent autour de leurs champs, qui s'étendent au fur et à mesure de la découverte de terrains favorables à la culture, ou peut-être de leur préparation. La production agricole augmentant, il est probable que les populations se groupent et se multiplient, la civi-

lisation progresse tout au moins dans le domaine industriel comme l'attestent d'une façon très remarquable la vannerie et le tissage. Dans les abris et les grottes naturelles où l'humidité ne pénètre pas, les Baskets-Makers creusent des cases pour la provision de maïs, et ils y enterrent aussi leurs morts. C'est tout à la fin de cette phase, ou pendant les années de transition à la phase suivante, que la poterie semble avoir été inventée, ou du moins fabriquée pour la première fois dans la région. La naissance de la céramique dans le Sud-Ouest Américain se place entre B. M. 2 et B. M. 3, et peut dater d'un millier d'années avant notre ère.

La poterie apparaît tout d'abord sous forme de fragments assez épais d'argile non cuite, généralement bruns, parfois rougeâtres, plus rarement gris ou blanchâtres. Nusbaum en a trouvé dans la Cave du Pont, Kane County, au sud de l'Utah, à l'ouest du Rio Colorado ; Kidder et Guernsey, dans les abris de Sagi Cañon, nord-est de l'Arizona ; Kidder l'a rencontrée à Step House, Mesa Verde, sud-ouest du Colorado, et principalement Morris, dans le Cañon del Muerto, nord-est de l'Arizona, tout près du Nouveau-Mexique. Beaucoup de récipients préhistoriques ont dû disparaître par suite de l'humidité, mais on en rencontrera en bien d'autres endroits entre ces points, et au-delà. Les sites connus représentent un territoire d'environ 300 kilomètres de l'est à l'ouest et de 160 kilomètres du nord au sud. Nous connaissons ainsi la distribution et l'extension de ce genre de bols faits de boue séchée au soleil, car aucun n'a été exposé au feu, même légèrement. J'ai vu et manié un certain nombre des fragments rapportés par Morris du Cañon del Muerto. Les uns sont assez friables, peut-être depuis qu'ils ont été exposés à l'air, d'autres sont remarquablement fermes et résistants.

L'observation de 96 tessons du Cañon del Muerto a révélé les faits suivants concernant la technique de cette poterie primitive. 54 de ces bols avaient été moulés dans des corbeilles ou paniers en spirale ou *coiled basketry*, deux seulement dans des paniers tressés ou *plaited*, ce qui modifie l'aspect du bol, et 40 ne semblaient pas avoir été moulés. Pour donner à l'argile une plus grande cohésion, et à la place des dégraissants trouvés dans la céramique plus avancée, on voit des débris végétaux dans 51 des tessons du premier groupe, dans 2 du deuxième groupe, et 25 seulement dans des bols non moulés, soit 78 en tout. Trois des bols moulés et 15 des autres ne contenaient apparemment pas de débris végétaux. Dans 74 on pouvait distinguer les fibres effilochées de l'écorce du petit cèdre américain, dans quatre cas il y avait des brins d'herbe ou de la balle de maïs. Du sable était employé comme dégraissant dans les autres et ce procédé restera bientôt le seul, lorsque dans la phase suivante, la poterie sera cuite.

Nous voyons donc, dès la phase initiale, deux techniques : la plus fréquemment usitée consiste à mouler le bol dans une corbeille. Même dans ce cas, on voit souvent que le bord du vase était fait à la main, d'une bande d'argile superposée à la partie moulée. Cette méthode fait déjà pressentir les trois ou quatre bandes plates d'argile qui formeront le col de quelques vases culinaires de la fin de la dernière phase Basket-Maker, ou B. M. 4 et les sept ou huit bandes semblables si caractéristiques des pots des Proto-Pueblos qui suivent immédiatement.

On peut même aller plus loin. Car les bois qui ne sont pas moulés étaient faits à la main au moyen de bandes d'argile ou boudins aplatis et pressés les uns contre les autres, puis égalisés par pression et lissage à l'aide probablement d'un fragment de gourde sèche, comme on le voit faire encore maintenant par les Indiennes Pueblos. Ce procédé est un début évident de la poterie au colombin ou « coiled pottery », absolument caractéristique de la culture des Pueblos, tant préhistoriques que modernes.

Nous voyons donc, dès le début de la poterie du Sud-Ouest, apparaître à l'état embryonnaire, les traits principaux, et non les moins importants, de la céramique indienne des phases suivantes. J'incline à croire que les bols non moulés dans les corbeilles, et surtout ceux qui contiennent du sable comme dégraissant, sont un peu plus récents ou faits par des potiers plus avancés dans leur art. Cette opinion est basée sur ce fait que la technique de fabrication au colombin et l'emploi de matière minérale, sable, pierre pulvérisée, etc., deviendront un peu plus tard les seules employées. La matière végétale ne pouvait guère être utilisée, après l'invention de la cuisson de la poterie, pour les vases culinaires, bols, cruches, etc.

Quelles étaient les dimensions de ces bols si primitifs ? Morris a fourni un bon nombre de mensurations, mais elles sont disséminées dans ses descriptions, et de plus elles sont exprimées en fractions de pouces, huitième, seizième, trente-deuxième, très difficiles à utiliser et à comparer. Je les ai donc réunies par groupes et traduites en centimètres et millimètres. Voici les faits principaux à remarquer. D'abord pour éviter la répétition constante de longs titres descriptifs de chaque classe, on peut leur assigner un numéro : classe 1, bols moulés dans une corbeille et renforcés de matières animales ; classe 2, même technique avec sable comme dégraissant ; classe 3, bols moulés dans un panier tressé ; classe 4, bols non moulés mais contenant des éléments végétaux ; classe 5, même genre, mais avec argile mêlée de sable.

Considérons d'abord le diamètre. On a pu estimer le diamètre de 8 bols de la classe 1 d'après les fragments connus. Ils forment trois

groupes. Deux grands bols, l'un de 38 à 39 cm., et l'autre d'environ 43 cm. ou plus ; c'est le diamètre maximum de la série totale. Puis viennent quatre bols variant de 20 à 28 cm., ou moyens, et deux autres mesurant 18 à 16 cm. ou petits. Pour la classe 2 nous n'avons qu'un bol moyen de 25 à 28 cm. de diamètre et 4 de grandeur semblable, 20 à 27 cm. pour la classe 4. Enfin, le plus petit bol de tous ne mesure que 8 cm. de diamètre et appartient à la classe 5, en contraste avec la classe 1, qui comprend des bols cinq fois plus grands. Cette même classe 1 est aussi remarquable parce qu'elle présente une plus grande variété de dimensions et contient 8 des 14 bols comparés. Le diamètre moyen de l'ensemble est d'environ 25 cm., grandeur commune à toutes les classes comparées, sauf la dernière.

La profondeur des bols n'a pu être estimée que dans six cas, dont quatre appartenant à la premiere classe, qui fournit deux bols profonds, 15,3 et 18 cm., un moyen de 12,7 et un de 8 cm. seulement. La classe 4 n'est représentée que par un grand bol de 14 cm. de profondeur, la classe 5 par le même petit bol déjà mentionné, de 7,7 cm., deux fois et demie moins profond que le plus grand de la classe 1.

Pour l'épaisseur des parois de ces bols préhistoriques nous avons 61 mensurations permettant une comparaison plus étendue. La classe 1 à elle seule comprend 30 mesures de spécimens, dont 7 de 2 à 7 mm. ou minces, 20 moyens de 8 à 14 mm., et trois épais de 17 à 23 mm. La classe 3 nous donne trois parois moyennes et une épaisse de 19 mm. ; la classe 4 contient sept bols minces de 3 à 7 mm., huit moyens de 8 à 12 mm. et un de 19 mm. ; la cinquième classe a cinq bols à parois minces de 3 à 7 mm. et six moyennes de 8 à 15 mm. Soit pour la série totale 19 minces et 37 moyens quant à l'épaisseur des parois, et cinq fragments épais, très probablement des fonds de bols. La moyenne commune aux quatre classes comparées est d'environ 11 mm.

Les bords faits à la main pour terminer les bols moulés dans les paniers se rencontrent dans les classes 1 et 2. On a pu mesurer la hauteur de 21 spécimens : 4 ont de 2 à 3 cm.; 10 sont moyens de 4 à 5 cm.; 4 sont hauts de 6 cm. Le plus bas mesure 2,6 et le plus élevé 6,7 cm.; la moyenne est de 4,5 cm. environ.

L'épaisseur de ces bords a été mesurée dans 28 cas, nous donnant 7 exemples minces de 6 à 9 mm., 9 moyens de 11 à 12 mm., et 8 épais de 14 à 22 mm. Ils sont assez souvent inégaux quant à leur épaisseur.

L'étude comparée des dimensions indiquées ne nous permet pas de distinguer les caractéristiques divisant nettement les classes. Elles nous montrent seulement les variations de grandeurs et d'épaisseurs et nous révèlent que la première classe est la plus nombreuse, la plus variée et comprend les plus grands spécimens de la série considérée. Elle constitue donc le groupe le plus typique du complexe céramique de cette première phase, dont la classe 3 n'est qu'une variation. Au contraire, les classes 4 et 5, comprenant les bols non moulés, sont plus limitées en nombre de spécimens et en dimensions, ce qui prouve un genre moins commun et peut-être plus récent, surtout quand il s'agit de bols faits à la main et avec sable comme dégraissant ; ils sont alors de petites dimensions. L'emploi du sable mêlé à l'argile, au lieu de matière végétale, semble réduire à des proportions moyennes, même les bols moulés dont le nombre est d'ailleurs restreint, ce qui nous incite de nouveau à croire à une nouvelle technique encore timidement appliquée.

Un point n'a pas encore été discuté : plusieurs tessons présentent, fixés au bord épais, des protubérances ou boutons d'argile contenant matière végétale ou sable, suivant la classe des bols auxquels ils appartiennent. Il y en avait probablement deux par récipient, un de chaque côté, pour porter et manier plus facilement ces objets ou même les suspendre. Cinq de ces sortes de poignées ont été trouvées séparées par accident des vaisseaux dont elles faisaient partie. Leurs dimensions varient de 28,5 mm. d'épaisseur, 25 mm. de long et de large, à 70 mm. d'épaisseur, et 17 mm. de longueur et largeur.

Morris suggère avec beaucoup de vraisemblance que ces anses rudimentaires, bien que beaucoup plus petites, sont très probablement une adaptation à la céramique, alors nouvelle, d'une invention préalable. Il a rencontré de fréquents exemples sur le fond en pente abrupte des abris sous roche et des cavernes habitées, ainsi que sur les parois des cachettes ou petits greniers à maïs, des masses d'argile mêlées d'écorce de cèdre ou autre matière végétale, de forme semblable à celle des anses en question et communément employées comme des sortes de marches pour s'aider à grimper ou à descendre. Cette transposition est très possible.

Comment ces anses étaient-elles attachées aux bols? D'après les apparences, cette opération était faite de la même façon que la pratiquent encore les Indiennes de nos jours. Morris nous dit avoir vu une femme Hopi percer un trou au point voulu dans l'argile fraîche avec l'index de la main droite, tandis que le médius et l'annulaire de la gauche placés à plat sur la paroi du vase contrebalançaient la pression extérieure pendant le percement pour éviter des déformations, ou autres accidents, au vase en fabrication : la partie appointée de la poignée, aussi faite d'argile fraîche, était alors passée dans le

trou et rivée, pour ainsi dire, en aplatissant et égalisant le bout ainsi unifié à la partie intérieure du vase et à l'extérieur, la pâte de la paroi et de la poignée était aussi unie par pres-

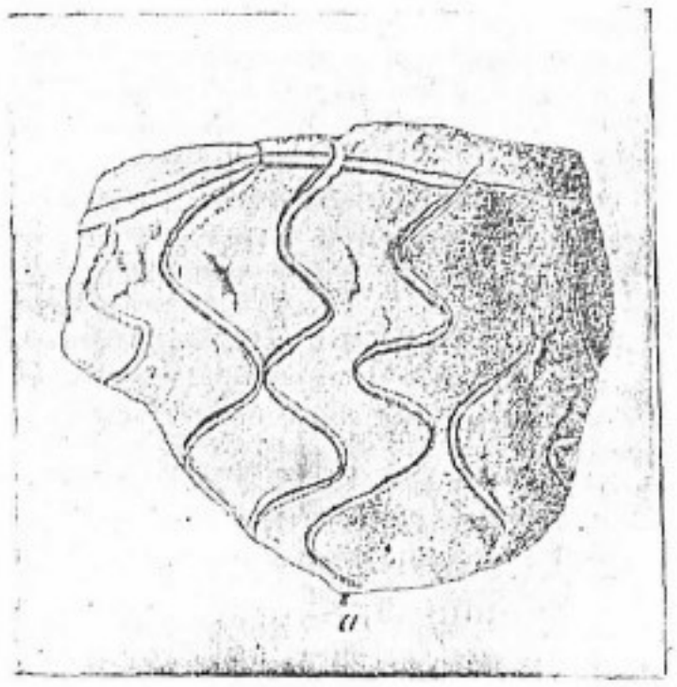


Fig. 200. — Fragment d'une imitation en argile d'un panier-hotte (*D'après Morris*)

sion et friction. Ceci constitue une technique simple et pratique. J'ai en ma possession une collection d'une douzaine de poignées ou anses souvent encore attachées à des fragments de

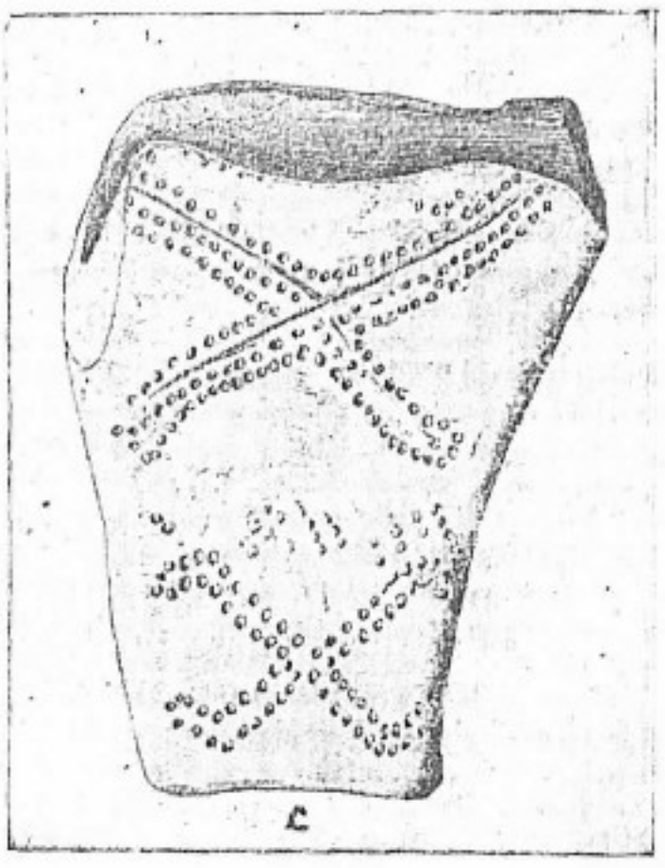


Fig. 201. — Un des très rares tessons décorés, appartenant probablement à la fin de la première phase. (*D'après Morris*)

pots, cuillères ou cruches, et tous prouvent amplement ce point pour les époques suivantes (1).

(1) Ce mode de fixation de l'anse par introduction d'une ou des deux extrémités, ou du col, dans la paroi du vase a été employé, aux époques protohistoriques, dans l'Europe méridionale et en Egypte. (L. Franchet).

Il nous faut revenir maintenant à notre classe 5, celle des récipients non moulés et ne contenant pas d'éléments végétaux, parce que ce groupe comprend non seulement des bols déjà décrits, mais d'autres formes non encore mentionnées. Des tessons nous révèlent par exemple plusieurs cruches ou pichets, des anses de grands pots à eau, des manches de cuillères et même une petite cuillère de forme très grossière mesurant 45,5 mm. de longueur, provenant du Canon del Muerto.

Ici se placent les quelques fragments trouvés par Nusbaum dans la Cave du Pont, dans le sud de l'Utah. Deux tessons représentent des morceaux de petits vases conoïdes à parois épaisses, 19,5 mm., et inégales. Ils ont été évidemment façonnés à la main, et non moulés, et ils ne contiennent pas de débris végétaux. De même quatre tessons qui, réunis, constituent les

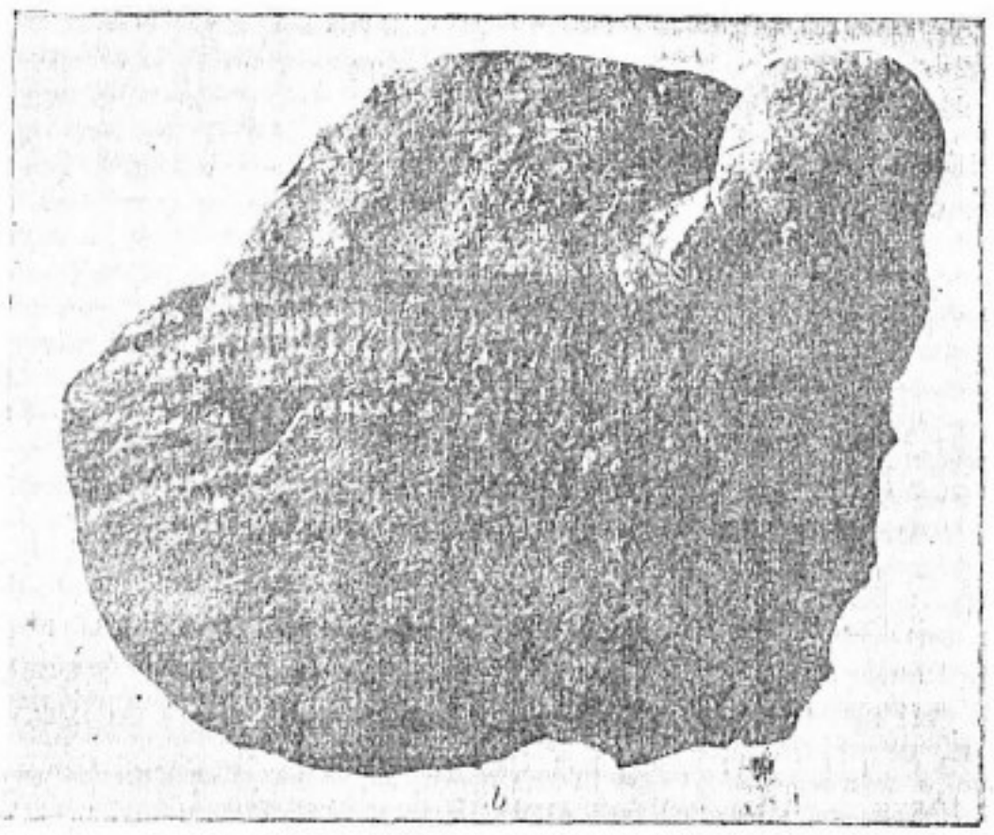


Fig. 202. — Tesson typique de bol en argile séchée au soleil, montrant les empreintes de la corbeille ayant servi de moule; le bord supérieur modelé à la main, et l'anse primitive en forme de bouton. (*D'après Morris*)

restes d'un petit bol d'environ 17,8 cm. de diamètre et peut-être 10 cm. de profondeur. Le plus intéressant, c'est qu'il est décoré, ce qui est très rare dans cette période, en dehors de quelques objets qui seront examinés plus loin, Ce tesson montre, en effet, à l'intérieur, trois genres d'ornementation, combinés : 1° une double ligne verticale en pointillé gravé, répétée deux fois, technique observée sur d'autres pièces de la même époque ; 2° une autre double rangée, également verticale, de petites courbes ou demi-cercles juxtaposés. Une figurine féminine du Cañon del Muerto porte un collier indiqué de cette façon, bien que fait moins régulièrement. Jusqu'ici ces deux genres d'impressions étaient les seuls connus pour cette classe de poterie. Mais ce qui augmente énormément l'intérêt de ce fragment c'est l'existence d'une ligne hori-

zontale à 19 mm. du bord et formée de zig zags peints en noir (fig. 200, 201, 202). C'est le seul exemple de peinture sur un bol d'argile non cuit que je connaisse, pour cette région. Un spécimen de figurine du Muerto a aussi une bande noire à la place des yeux. En dehors de cela, la peinture n'est employée que sur des vases cuits et dans des périodes plus récentes. On a mentionné des lignes et des points en peinture rouge mate sur de la poterie de Grand Gulch, Utah, mais je n'ai jamais vu ces spécimens à une phase moins ancienne.

Laissons maintenant la série des récipients d'usage commun pour d'autres objets. L'un

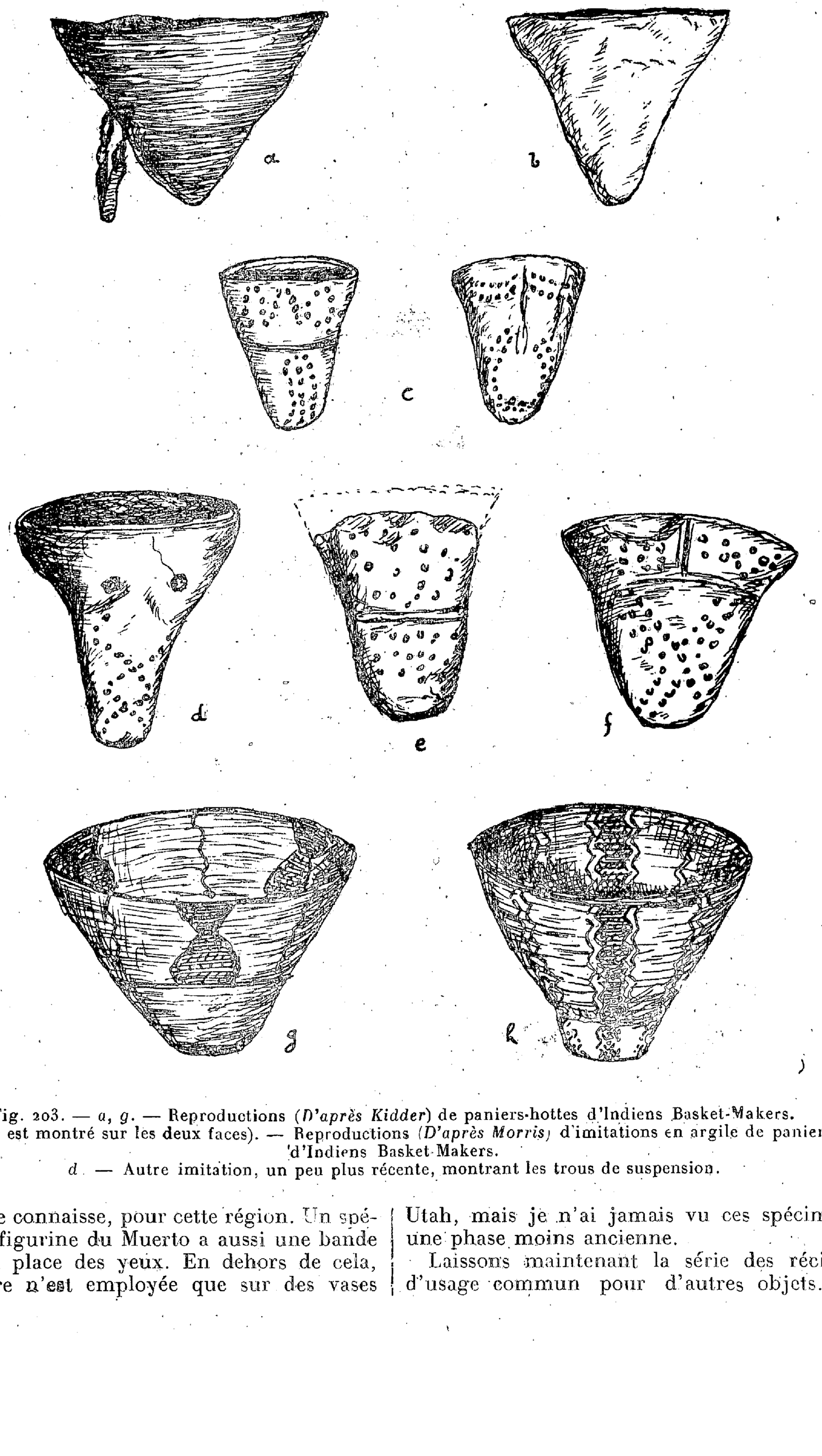


Fig. 203. — *a*, *g*. — Reproductions (*D'après Kidder*) de paniers-hottes d'Indiens Basket-Makers.
b, *c*, *e*, *f*, (*c* est montré sur les deux faces). — Reproductions (*D'après Morris*) d'imitations en argile de paniers-hottes d'Indiens Basket-Makers.
d. — Autre imitation, un peu plus récente, montrant les trous de suspension.

d'eux, provenant du Cañon del Muerto, est irrégulièrement cylindrique et mesure 67 mm. de long sur 29 mm. de diamètre maximum, avec une perforation centrale de 4 mm. d'ouverture, pénétrant jusqu'à environ la moitié de la longueur du tube. Peut-être était-ce un objet cultuel comme on en voit sur les autels des Indiens Pueblos et servant à supporter une plume. La cavité a dû être obtenue en modelant l'argile autour d'une brindille. Viennent ensuite trois types d'objets très curieux et la plupart décorés.

Le premier objet est la reproduction en miniature d'un des longs paniers-hottes des Basket-Makers. Sa hauteur est de 66 mm. et sa largeur maxima de 25 mm. La pâte est fine, dure et lisse. Une face est décorée de deux figures en croix de Saint-André (fig. 201) formées essentiellement de pointillé obtenu au moyen d'un brin d'herbe laissant une impression circulaire. Morris l'a trouvé dans Mummy Cave, Cañon del Muerto. Du même site, proviennent les objets de la deuxième catégorie, comprenant neuf cônes creux à base ovale : deux sont grossiers et sans décoration, les sept autres sont ornés de pointillé du genre de celui que j'ai décrit plus haut, mais ne formant pas toujours des dessins clairs ou symétriques. Quatre seulement de ceux-ci son entiers. Les dimensions de ces petits objets modelés varient considérablement. Si l'on considère leur hauteur, on trouve que le plus grand, de 59 mm., et le plus petit, de 22 mm., sont sans décoration ; un grand de 54 mm. et trois moyens sont ornés. Le diamètre de la partie ovale est pour les mêmes spécimens 56 sur 60,5 mm. pour le grand et 23 sur 19 mm. pour le petit, tandis que les quatre décorés de pointillé sont de taille moyenne, varient de 33 sur 30 mm. à 39 sur 48 mm. La cavité de ces conoïdes creux est assez irrégulière, allant de 6,3 à 34 mm., avec quatre exemplaires moyens de 11 à 19 mm. (fig. 203).

La question qui se pose immédiatement à l'esprit est celle-ci : que représentaient ces menus objets d'argile séchée au soleil et quelle pouvait être leur destination? Morris, qui les a découverts, suggère trois explications. D'abord, parce qu'il a également recueilli des figurines féminines nues ayant le nez et les seins en relief, il pense que ces cônes pourraient bien être des objets cultuels représentant le nez fixé à un masque ou les seins cousus sur un costume. J'avoue que ces suggestions, qu'il donne d'ailleurs comme purement spéculatives, me semblent fort peu probables, car ces conoïdes creux à base ovale, ne rappellent que très vaguement la forme des organes qu'ils représenteraient. Le pointillé qui les orne n'aurait ni place, ni sens dans ce cas. La troisième théorie me paraît infiniment plus probable. Si nous tournons la pointe des cônes en bas, nous voyons assez clairement le contour des longs paniers pointus fabriqués à la même époque par les Indiens Basket-Makers. La décoration de sept des spécimens simulerait l'ornementation géométrique de ces paniers-hottes et la double perforation que l'on voit près du bord de plusieurs suggère une suspension identique. Enfin, le fait qu'ils sont creux confirme cette supposition. Ils peuvent très bien avoir une destination cultuelle, par exemple être remplis de farine de maïs et placés devant les idoles, ou en des lieux sacrés, en offrande ou comme symboles de prière de demande ou de remerciement. Les Pueblos actuels se servent constamment de farine de maïs dans leur rituel et pour accompagner leurs prières. Ils en placent en offrande sur leurs autels dans des bols ou sur des plateaux de vannerie : la similarité est suggestive. En outre, ces hottes servaient à transporter à l'habitation ou au grenier les produits des champs et particulièrement le maïs. Un de ces paniers miniatures en argile et rempli de grain ou de farine a donc pu servir de symbole de nourriture, d'abondance, de fécondité, de bonheur et de

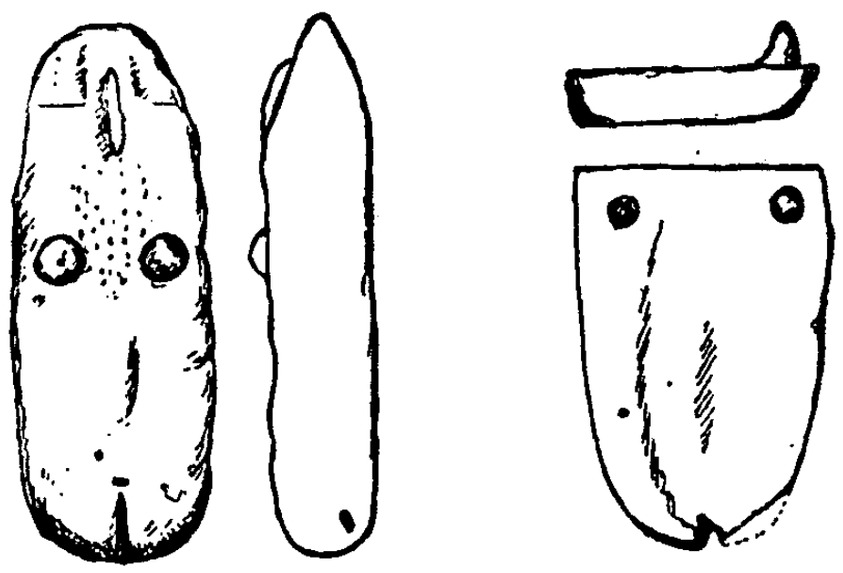


Fig. 204. — Figurines féminines de l'Arizona (Musée de l'Université du Colorado) trouvées par Morris et décrites par Renaud. *(D'après Renaud)*

richesse. Il serait l'équivalent de la classique corne d'abondance avec ses fruits variés. Ceci répondrait bien à la psychologie des Indiens du Sud-Ouest, à la tournure de leur esprit religieux, mystique, symbolique, tendant de plus, vers la magie sympathique.

La dernière catégorie d'objets d'argile modelés à la main n'est pas la moins curieuse. C'est une série de petites figures féminines trouvées par Earl Morris dans les cavernes naturelles du Muerto, Arizona. Il en a décrit six. Précédemment j'en avais rapporté deux de même provenance, conservées au Muséum de l'Université du Colorado, à Boulder, et deux autres que j'avais vues au Muséum de l'Arizona, à Tucson. Elles sont toutes du même genre, bien que de grandeurs différentes et présentent des détails particuliers.

Des six figurines de Morris, quatre sont fragmentées et deux seulement entières ; des deux

de Boulder, l'une est brisée au tiers supérieur, l'autre est complète ; des deux de Tucson, une aussi est bien conservée, mais la seconde a le sommet de la tête brisé. Ces deux dernières, une (que j'ai décrite ailleurs) et quatre de celles qui sont maintenant à New-York, sont décorées de pointillé en creux représentant, très clairement, en plusieurs cas. un collier double ou triple. Elles consistent essentiellement en une tablette d'argile d'épaisseur variable avec en relief le nez et les seins toujours visibles ; les yeux sont généralement marqués par deux incisions droites, une de chaque côté du nez. La bouche semble absente dans tous les cas. La partie supérieure est un peu moins large que le reste et arrondie pour former la tête. Cependant, sur une figurine brisée en deux, on voit les épaules bien indiquées ; néanmoins le corps et la tête se suivent sans distinction du cou. La base, quand elle existe, est courbe ,aplatie et porte au milieu une encoche verticale qui, avec la rotondité des seins, ne laisse aucun doute sur le sexe des statuettes (fig. 204).

La mieux préservée, provenant de Mummy Cave (Arizona), mesure 123 mm. de hauteur,

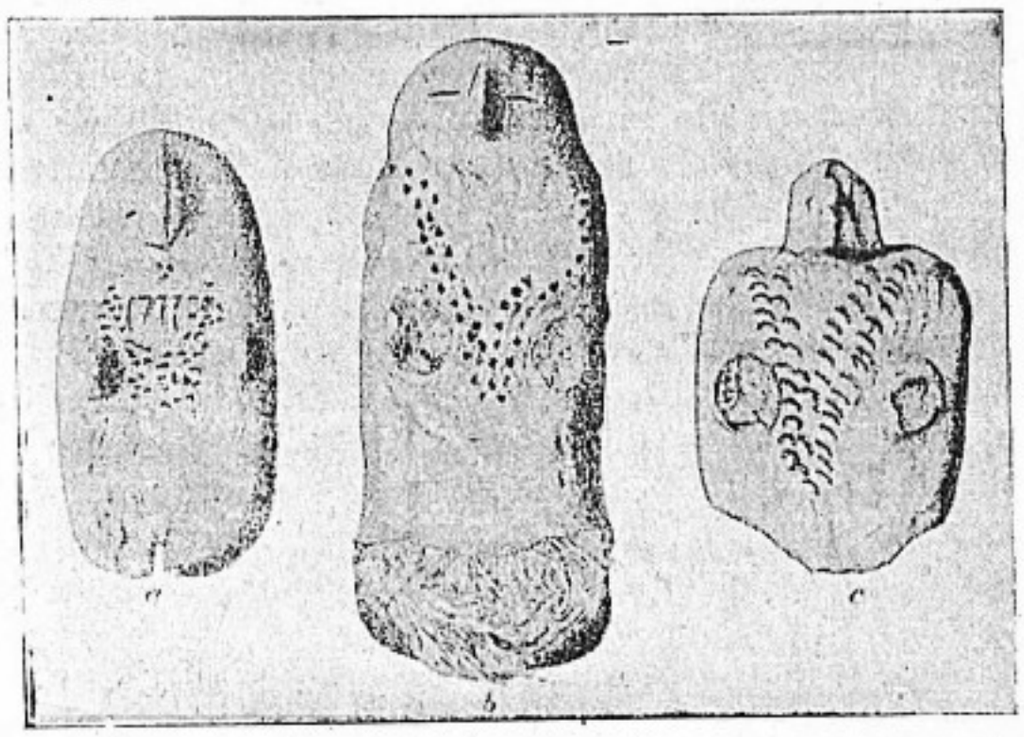


Fig. 205. — Figurines féminines (American Museum of Natural History, New York) Canon del Muerta, Arizona, décrites par Morris. (*D après Morris*)

47 mm. de largeur et 19 mm. d'épaisseur. Le bas de la figurine est recouvert d'une sorte de tablier composé de fibres, paraissant passer entre les jambes absentes, et attaché devant et derrière à une corde entourant le corps au niveau des hanches (fig. 205 *b*). Les corps de femmes naturellement momifiés par la sécheresse du climat, et retrouvés dans ces abris sous roche, portent un vêtement primitif en tout point semblable à celui de cette figurine. Elle est la seule l'ayant conservé, mais peut-être les autres en avaient-elles un aussi.

Les deux spécimens de Tucson ont été trouvés par le Dr Byron Cummings. L'un est en argile rougeâtre et provient d'un abri de Monument Valley ; l'autre blanchâtre, vient de Sagi Canon, deux sites du nord de l'Arizona. Ces statuettes sont mieux finies et plus décorées, surtout la seconde. Elle est de forme elliptique, longue de 73 mm., large de 21 mm. et de 8 mm. d'épaisseur moyenne. Le haut de la tête manque. Cette figurine est ornée d'un triple collier en pointillé (fig. 206) ; trois lignes du même style joignent les seins ; la moitié inférieure est couverte d'un dessin semblable suggérant l'idée d'un vêtement qui envelopperait le corps. Car c'est le seul cas où la fente de la base ne paraît pas. Plusieurs semblent lissées et noircies par l'usage comme si elles avaient subi des manipulations fréquentes.

Elles représentent sans aucun doute une idole

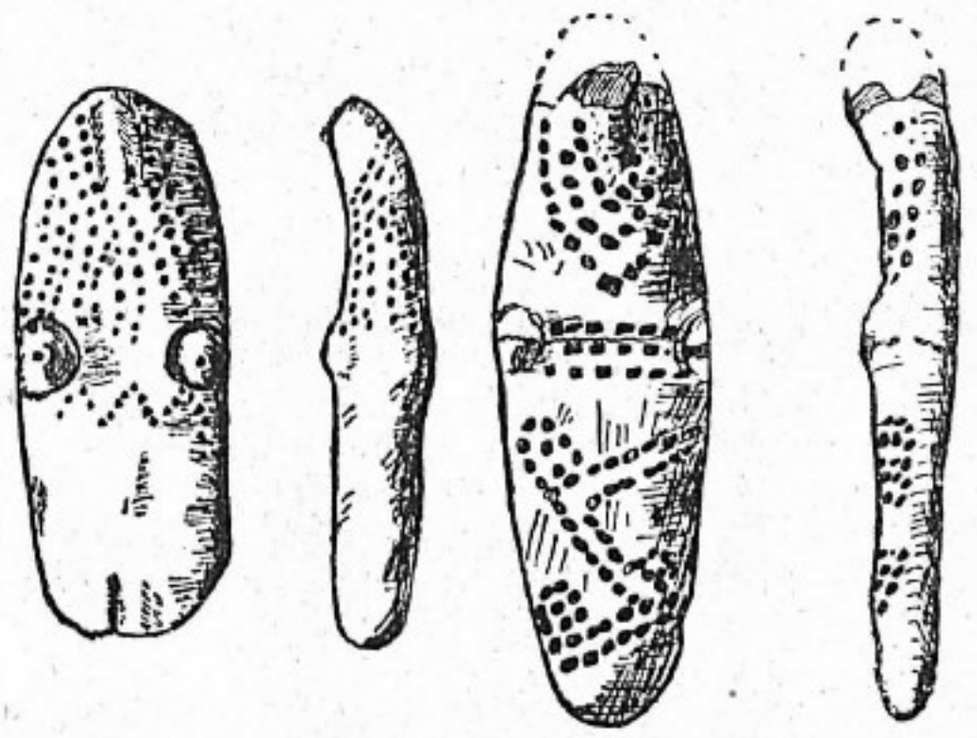


Fig. 206. — Figurines féminines (Musée de l'Arizona) Tucson. trouvées par Cummings, décrites par Renaud) Face et profil (*D'après Cummings*

féminine, un symbole de fécondité ou de reproduction, peut-être une déesse de la vie. Ce sont les premières représentations humaines modelées, trouvées dans le Sud-Ouest Américain, en fait, les seules de ce genre connues jusqu'ici. Elles évoquent immédiatement à la pensée les statuettes aurignaciennes des grottes de Grimaldi, Lespugues, Brassempouy, Willendorf, etc., les plus anciennes de l'Europe occidentale, également féminines, nues, ayant probablement le même sens. On peut aussi les comparer, aux statues-menhirs, dalles sculptées, idoles de terre cuite ou décorations faciales de vases et urnes figurées dans *le Manuel de Déchelette* (T. I, chap. X). Dans tous ces cas le nez et les yeux seuls sont représentés et souvent d'une façon schématique, la bouche n'y paraissant jamais, ce qui est conforme à nos figurines indiennes. Celles-ci sont aussi comme certaines statuettes orientales à sexualité évidente représentées dans l'*Humanité préhistorique* de J. de Morgan (p. 264). J'ai écrit ailleurs, « Déchelette et de Mor-

gan admettent également qu'il s'agit d'une idole féminine déesse de la fécondité. Comme elle est très souvent rencontrée dans les sépultures, Déchelette voit dans cette primitive image la déesse tutélaire des tombeaux. » Le parallélisme est admissible et remarquable entre l'ancien et le nouveau monde, en ce qui concerne ces figurines, leurs représentations et leur sens probable. On pourrait aussi comparer les statuettes de la région méditerranéenne orientale, de la déesse Nana, Astaroth ou Astartée, avec les figurines archaïques discutées par H. J. Spinden, dans son livre sur les *Ancient Civilizations of Mexico and Central America.* On les trouve au Mexique, dans l'Amérique centrale et le nord de l'Amérique du Sud. Elles apparaissent à une époque relativement ancienne et précédant de beaucoup la période de nos Indiens Basket-Makers. Mais il ne faut pas oublier que le Sud-Ouest Américain est en position marginale très éloignée des centres de culture Toltec et Maya ; que la céramique a ses débuts en Arizona alors que dès l'horizon archaïque du Mexique la poterie polychrome était connue. Si l'on conserve ce sens de perspective de position et de culture, on pourra peut-être admettre que ces figurines indiennes de la période de transition B. M. 2-B. M. 3 en Arizona sont comme un écho ultime dans le temps et dans l'espace des statuettes archaïques du Mexique et de l'Amérique centrale ayant atteint la périphérie septentrionale. D'ailleurs, elles disparaissent bientôt et seront inconnues des Pueblos.

Reste maintenant à discuter une question générale importante. Quelle a pu être l'origine ou la cause de l'invention de cette pseudo-poterie d'argile séchée au soleil et renforcée de matériaux végétaux.

Quiconque a visité la région où elle a pris naissance et les abris sous roche où l'on retrouve ses restes le comprendra aisément. Morris l'explique clairement. L'argile du pays est abondante et sous le nom d'*adobe* est encore employée partout dans la construction et la réparation des maisons d'Indiens et de Mexicains, et même, un certain nombre d'Américains l'adoptent pour leurs habitations. Cette boue mélangée de paille constitue le matériel de construction le plus commun et le mieux adapté au climat sec.

Dès les temps les plus reculés de l'histoire des Baskets-Makers, l'argile occupait une place plus importante que la poterie cuite, car ses emplois étaient multiples. Elle servait en effet dans la construction aux mêmes usages que notre mortier de chaux, car mélangée d'écorce de cèdre, de feuilles de roseaux, de brins d'herbe, de débris de paille de maïs, elle acquérait une dureté et une solidité qui causent notre étonnement lorsque nous découvrons ces débris dans les sites préhistoriques.

Cette argile était apportée, de la vallée aux abris où on l'utilisait, dans les grands paniers-hottes dont j'ai déjà parlé. Qu'on le veuille ou non, de cette boue, épaisse et gluante, il restait toujours un peu au fond des paniers et sur les parois rugeuses de la vannerie. Cette croûte, rendue uniforme, pouvait être intentionnellement employée pour renforcer des hottes usées à prolonger ainsi leur utilisation. Un jour, un de ces paniers ayant été laissé au soleil l'ouverture en bas, l'enduit d'argile, séchant et se contractant, se libéra de son moule et la pseudo poterie décrite ici se trouva inventée. Mêler à cette argile la matière végétale déjà employée ailleurs pour lui donner la résistance voulue et prévenir une contraction excessive, était facile. C'est pourquoi les bols moulés dans les paniers et contenant des fibres d'écorce ou des brins d'herbe me semblent représenter la technique la plus ancienne. Les bols et les pots façonnés à la main, sans l'aide de corbeilles comme moules, mais construits probablement sur un fond de bol et dont l'argile contient du sable comme dégraissant, doivent représenter une phase légèrement plus récente, déjà dégagée en partie des conditions de son origine.

Si l'on pense que les tessons décrits ici ne représentent que la croûte argileuse détachée des paniers, il suffira de remarquer qu'ils portent des traces évidentes d'usage tant à l'intérieur qu'à l'extérieur. Certains ont été comme polis et noircis par une manipulation fréquente, ce qui prouve qu'il s'agit bien de bols employés sans la protection externe de la vannerie, dans laquelle ils avaient été moulés. Ce n'est plus une sorte de doublure d'argile pour les paniers, mais vraiment des objets de céramique, si l'on peut appliquer ce terme à des récipients d'argile séchée au soleil.

En concluant, nous pensons pouvoir dire que nous avons assisté à la naissance de la poterie indienne dans le Sud-Ouest Américain.

Il nous reste encore deux phases à étudier pour la période post-Basket-Maker. Ensuite s'étend toute la culture Pueblo dont la troisième phase verra la céramique atteindre son apogée par l'évolution de ses formes et sa perfection. C'est donc un des cas très rares où l'on peut suivre pas à pas cette évolution complète de la poterie, depuis son invention et son enfance, évolution qui se continue aujourd'hui sous nos yeux. Il serait intéressant de faire une étude comparative de la phase initiale indienne avec celle de la céramique d'autres peuples primitifs.

Une conclusion semble s'imposer ici. Il paraît bien que ces Indiens de l'Arizona aient vraiment inventé leur poterie, sans aucune influence d'autres tribus plus avancées. C'est bien

avant la venue des Pueblo, reconnus bon potiers, qu'on voit la fabrication des bols et autres objets d'argile séchée au soleil, puis la vraie céramique cuite, apparaître. Ce n'est pas en un seul lieu qu'on trouve des tessons de cette poterie primitive, d'abord grossière, ensuite meilleure et décorée, mais sur un vaste territoire, dans le bassin du Rio San Juan et au-delà. Il y avait plusieurs siècles que la céramique des post-Basket-Makers avait commencé son évolution quand les premiers proto-Pueblos apparurent dans le Cañon del Muerto: Il n'y a donc aucun doute sur l'identité des vrais inventeurs.

D'autre part, on sait que le foyer de la civilisation indienne se trouvait dans la vallée de Mexico, le Yucatan et l'Amérique centrale. D'après la doctrine anthropologique généralement admise, certains traits caractéristiques du complexe de la culture mexicaine devaient donc, par contact, atteindre bien plus tard le Sud-Ouest Américain ne formant qu'une partie de la zone périphérique septentrionale. C'est ainsi, par exemple, que le *teocentli* cultivé devint le maïs, bien loin au sud, dans l'Amérique centrale, peut-être 3.500 ans avant notre ère. C'est environ 2.000 ans plus tard que les Indiens Basket-Makers commencèrent à le cultiver et son introduction dans le Sud-Ouest est très probablement dûe à quelque contact, direct ou indirect, avec des tribus mexicaines qui pratiquaient l'agriculture.

La poterie n'apparaît dans la région du San Juan que plusieurs siècles après l'introduction du maïs. Il serait rationnel d'admettre *a priori* qu'elle vînt de la même façon et du même pays que le maïs. Mais nous ne savons ni quand, ni comment la céramique commença au Mexique et dans l'Amérique centrale. Le docteur Byron Cummings m'a dit avoir trouvé à plusieurs mètres sous la lave de Pedregal, dans la vallée de Mexico, des tessons de poterie datant de la période archaïque, et c'était déjà de la céramique polychrome, c'est-à-dire correspondant, à peu près, à une variété de vases qui représenterait une belle phase de l'évolution de la culture Pueblo, environ douze siècles après J.-C. C'est un écart de temps énorme si l'on y ajoute la période préhistorique. De plus, si les Indiens Basket-Makers avaient appris à faire des bols et des vases par contact avec des Mexicains, ou par imitation des vases Mexicains ou autres, ils n'auraient certainement pas commencé par mouler dans des paniers des bols d'argile séchée au soleil. Car cette technique, si elle a été celle des potiers primitifs du Mexique, était indubitablement oubliée des artistes qui produisaient alors la céramique polychrome. D'ailleurs, tous les éléments qui entrent dans la fabrication des bols grossiers que j'ai décrits, et qui constituent l'enfance de la poterie dans notre Sud-Ouest, sont trouvés en abondance dans le pays même ; ils étaient employés journellement par ces même indiens et leur application à un nouvel art utile vint naturellement. Bien que cela puisse sembler une hérésie anthropologique il me paraît logique d'accepter, pour le présent au moins, l'idée d'une invention originale, isolée et non d'un emprunt, d'une imitation, d'un trait de culture obtenu par contact ou diffusion. Cela augmente d'autant l'intérêt et l'importance de cette phase initiale de la céramique du Sud-Ouest Américain.

LISTE DES POTERIES ET FRAGMENTS CONNUS EN ARGILE NON CUITE PROBABLEMENT DE LA PHASE INITIALE. LEUR ORIGINE ET LES MUSÉES OU ILS SE TROUVENT ACTUELLEMENT.

ARIZONA

1. — Vase sphérique à pâte noirâtre trouvé par A. V. Kidder et S. J. Guernsey en 1914 dans Sun Flower Cave, N.-E. Arizona. Son apparence différente de celle des vases typiques des Cliff-Dwellers de la région et la position dans laquelle il a été trouvé indiquent qu'il est plus ancien que la céramique Pueblo. Peut appartenir à la poterie post-Basket-Maker, mais probablement pas à la phase initiale. *Peabody Museum, Cambridge, Mass.* N° A 2539.

   Bulletin 65. Bureau of American Ethnology. Washington 1919. pp. 95, 144, 208-9. Plate 59a.

2. — Fragment du bord d'un plat, d'environ 12 mm. d'épaisseur, fait d'argile non cuite et renforcé d'écorce de cèdre; moulé dans une corbeille peu profonde. Appartient certainement à la phase initiale. Trouvé par Guernsey et Kidder dans la Cave 6, Marsh Pass district, N.-E. Arizona, en 1916. *Peabody Museum*, Cambridge, Mass.

   Papers of the Peabody Museum, Harvard University. Vol. VIII, N° 2. Cambridge, Mass. 1921. Plate 25a, pp. 66 et 98.

3 — D'autres fragments ou pièces entières trouvés par S. J. Guernsey dans le nord de l'Arizona; appartenant probablement à la phase initiale, mais n'ont pas encore été publiés sauf une mention par A. V. Kidder dans Southwestern Archæology, New Haven, 1924, pp. 121-2.

4. — Une figurine en argile rougeâtre, trouvée par Byron Cummings dans Monument Valley, N. Arizona. *Museum of Arizona*, N°-456, *Tucson*; décrite par E. B. Renaud, Statuettes indiennes préhistoriques de l'Arizona. Revue des Musées et Collections archéologiques. N° 6, mars 1926.

5. — Une figurine en argile blanchâtre, trouvée par B. Cummings dans Sagi Canon, N. Arizona; *No*-14.388. *Museum of Arizona. Tucson;* décrite par E. B. Renaud, même référence que N° 4.

6. — 96 fragments de bols dont 56 moulés au panier et 40 non moulés; 78 contenant des fibres végétales, 19 du sable comme dégraissant. 6 ou 8 fragments d'autres récipients, une petite louche, un objet cylindrique, un panier miniature en argile, 9 objets probablement représentant des hottes, dont 7 décorés en pointillé.

   2 figurines complètes et 4 fragments d'autres figurines féminines nues.

   Tous ces objets en argile non cuite, appartenant à la phase initiale trouvés par Earl H. Morris dans le Ca-

ñon del Muerto, N.-E. Arizona, en deux expéditions, 1924, et conservés à l'*American Museum of Natural History, New-York.*

The beginnings of pottery making in the San Juan area. Anthropological Papers of the A.M.N.H. Vol. XXVIII, part II, pp. 131-160.

7. — Quelques autres fragments de poterie non cuite et contenant des débris végétaux, de même provenance que ceux cités plus haut (6) et deux figurines semblables aux autres et de même origine, actuellement au *Museum de l'University of Colorado, Boulder.* Nos 2666 et 2667; décrites par E. B. Renaud. Figurines indiennes préhistoriques du Sud-Ouest Américain. Journal des Musées et Collections archéologiques. N° 5, janvier 1926.

UTAH

8. — Deux fragments de petits vases modelés à la main et sans débris végétaux; 4 fragments appartenant au même bol, même technique que les deux autres; décoration en pointillé, impressions en demi-cercles et zigzag peint en noir.

Tous ces fragments datent de la phase initiale, mais sont probablement un peu plus récents ou plus évolués que la pseudo-poterie du Cañon del Muerto. Ils ont été trouvés par Jesse L. Nusbaum en 1920 dans la Cave du Pont, Sud de l'Utah.

A Basket-Maker Cave, Kane County, Utah. Indian Notes, Museum of the American Indian. New-York, 1923. pp. 138, 144, figures 32, 33, 34.

9. — Une cinquantaine de pièces, bols, cuillères et autres récipients munis de poignées. Dans ce nombre se trouvent plusieurs bols à impression de panier et plusieurs pièces décorées de lignes épaisses et de points en peinture rouge mat. Cette série est la première du genre, trouvée par Mc Lloyd et Graham dans Grand Gulch, S.-E. Utah, vendue à la Hyde exploring expedition, actuellement au *Museum of the American Indian, Heye Foundation, New-York;* mentionnée dans l'ouvrage ci-dessus désigné (8), pp. 142-3.

Je n'ai pas connaissance directe de cette collection et il n'en existe pas de description scientifique. Elle date probablement de la période post-Basket-Maker, peut-être en partie de la phase initiale.

COLORADO

10. — Fragments de poterie non cuite vus par A. V. Kidder à Step House, Mesa Verde, S.-O. Colorado; mentionnés par E. H. Morris, dans son ouvrage cité plus haut (8), p. 160.

BIBLIOGRAPHIE

Cushing F. H. — A study of Pueblo Pottery as illustrative of Zuñi culture growth. *Fourt Annual Report,* Bureau of American Ethnology, Wash. 1886, pp. 484-5.

Kidder A. V. et Guernsey S. J.. — Archæological Explorations in N.-E. Arizona. *Bulletin* 65. Bureau of American Ethnology, Wash. 1919. Plate 59a, pp. 95, 144, 208-9.

Guernsey S. J. et Kidder A. V. — Basket-Maker Caves of northeastern Arizona. Peabody Museum, *Harvard University.* Vol. VIII, N° 2. Cambridge, Mass, 1921. Plate 25a, pp. 66 et 98.

Morris Earl H. — Chronology of the San Juan area. Proceedings, *National Academy of Sciences,* vol. VII. N° 1, pp. 18-22. January 1921.

Nusbaum Jesse L. — A Basket-Maker Cave in Kane County, Utah. *Indian Notes et Monographs.* Museum of the American Indian. New-York, 1922, pp. 138-144.

Kidder A. V. — An Introduction to the study of Southwestern Archaeology. New Haven, 1924, pp. 118-121.

Renaud E. B. — Notes sur la céramique indienne du Sud-Ouest des Etats-Unis. *Journal des Américanistes de Paris.* N. S. Tome XVII, 1925, pp. 86-87.

Renaud E. B. — Figurines indiennes préhistoriques du Sud-Ouest Américain. *Revue des Musées et Collections archéologiques.* N° 5. janvier 1926.

Renaud E. B. — Statuettes indiennes préhistoriques de l'Arizona. *Revue des Musées et collections archéologiques.* N° 6, mars 1926.

Cummings Byron. — Cuicuilco of the archaic culture of Mexico. *Scientific Monthly.* Vol. XXIII. July 1926, pp. 289-304.

Morris Earl H. — The beginnings of Pottery making in the San Juan area. *Anthropological Papers of the Amer. Museum of Nat. Hist.* Vol XXVIII, part II. New-York, 1927, pp. 131-160.

Le seul ouvrage traitant du sujet assez complètement et systématiquement.

L'OBSERVATION DU MALADE

par le Docteur Léon VANNIER

« Celui qui contemple l'ordre admirable de la nature et l'art merveilleux de la construction qui paraît au corps humain, connaît vraiment l'auteur de toute vie et l'aime comme il doit, en pensant que le corps n'est rien auprès de l'âme qui habite une pareille architecture et qui, pure ou pécheresse, est un chose divine. »

Léonard de Vinci (1499).

La plus grande satisfaction que peut éprouver au cours de ses études l'étudiant en médecine — j'entends l'étudiant de vocation — est celle qu'il ressent quand, admis à l'hôpital, il péut examiner un malade et établir avec succès un diagnostic. Je me souviens avec émotion de mes premières années médicales : nous avions un Maître excellent, passionné de son art, qui passait de longues heures avec nous au lit du malade et qui, par une sorte de maieutique dont il avait le secret, rendait fertiles et fécondes nos imaginations les plus fantaisistes. Nous étions si enthousiastes que nous nous rendions le soir à l'hôpital, après le cours, pour examiner les

« entrants » et que nous nous entraînions à « prendre une observation » dans des matches ridicules dans lesquels nous épuisions notre activite à recueillir, dans un temps régulièrement chronométré, les éléments nécessaires pour établir notre diagnostic.

Exercice enfantin, divertissement puéril, pensez-vous. Mais n'est-ce pas celui auquel nous sommes soumis quand nous passons nos examens, et n'est-ce pas celui auquel nos Maîtres d'aujourd'hui doivent les titres qui les honorent et qui couronnent leurs efforts.

Etablir un diagnostic de maladie est le but du médecin moderne qui a perdu le sens de sa véritable fonction : *guérir*. Or la notion de maladie est « variable », car elle est soumise à l'interprétation différente de chaque examinateur, elle est aussi variable suivant les années. Combien de notions médicales, hier encore axiomes et vérités, sont aujourd'hui périmées, et parmi celles qui sont réputées intangibles actuellement, combien résisteront à l'examen critique des prochaines générations. Le diagnostic clinique n'est pas suffisant pour établir une thérapeutique, seule la connaissance du malade est essentielle, parce qu'elle seule est « invariable », car chaque individu porte en lui des caractères indélébiles qui ne peuvent trahir celui qui sait les « voir » et qui peut les « comprendre ».

La maladie est une création humaine qui permet le classement d'état morbides plus ou moins définis, sous des étiquettes plus ou moins exactes, dont la grande diversité, sans cesse renouvelée, manifeste bien l'insuffisance de l'investigation médicale. Le malade est avant tout un « *être* » dont l'existence doit être respectée, car elle ne nous appartient pas, mais dont le « *devenir* » peut être connu, puisqu'il se manifeste par des signes exacts et précis qui permettent de déterminer chaque individu, de prévoir ses défaillances, d'orienter ses possibilités et d'en assurer la pleine réalisation, à l'exclusion de toute morbidité.

La maladie.

Considérez la conception classique de la maladie : « Elle est l'ensemble des phénomènes qui se produisent dans un organisme, subissant l'action d'une cause maléfique et réagissant contre elle. » Il est universellement admis que les maladies sont dues, soit à des agents microbiens spécifiques dont les sécrétions toxiques nous empoisonnent, soit à des toxines sécrétées par des microbes encore non déterminés ou produites par l'organisme lui-même dans son fonctionnement défectueux. Les recherches médicales modernes poursuivent systématiquement la recherche de la cause exacte de chaque maladie dans l'espoir logique de supprimer cette cause et de combattre ses effets par un sérum ou une culture atténuée permettant d'assurer à l'organisme son immunisation. Aucun diagnostic n'est reconnu vrai s'il n'est affirmé par le laboratoire, et on a vu ces temps derniers des Maîtres affirmer ne pouvoir établir un diagnostic de tuberculose sans deux éléments essentiels : la présence du bacille de Koch dans les secrétats ou excrétats, et la constatation de la lésion aux rayons X.

Cette conception primaire de la fonction médicale aboutit à une thérapeutique à retardement dont les conséquences sont inévitables : sacrifice inutile de vies, dégénérescence d'une race, affaiblissement d'une nation. Que d'erreurs pourraient être évitées, que de vies pourraient être conservées si le médecin moderne, au lieu de se confiner dans une « science » qui a pour objet l'étude stricte des maladies, consacrait ses forces à la réalisation de son Art, dont il a perdu le sens admirable : *guérir*.

La maladie est « *l'expression de l'effort de la défense de l'organisme contre une force : l'intoxication qui l'envahit* ». Force morbide d'une part, force vitale d'autre part : la résultante est une composante variable qui incline tantôt vers la morbidité (maladie), tantôt vers l'équilibre (santé) suivant la résistance du sujet, la valeur de sa force vitale.

Toute maladie est le résultat d'une intoxination et je dis « intoxination » et non pas intoxication, car il ne s'agit pas seulement dans mon esprit des substances biochimiques connues, mais de toutes les toxines organiques et même psychiques, qu'elles soient produites par l'individu lui-même ou le résultat de l'action d'agents hétérogènes, microbiens ou parasitaires. La chimie vitale n'est pas la chimie organique.

Cette intoxination se traduit : soit par un ensemble de troubles lents dans leur évolution et imprécis dans leurs manifestations : maladies chroniques, soit par une réaction violente, véritable crise paroxystique qui se produit plus ou moins brusquement et qui traduit la lutte du sujet contre les toxines qui l'encombrent : maladies aiguës.

La maladie aiguë n'est, en réalité, qu'une « *crise d'élimination* » signifiant la révolte brusque de l'organisme qui veut faire un « rejet » et qui souvent succombe, ne pouvant continuer son effort jusqu'à complète libération.

Considérez les fièvres éruptives. Plus la réaction est violente, plus l'éruption est confluente, plus vite le malade rentre dans l'ordre et mieux portant il se trouve après. L'éruption est-elle insignifiante, le sujet reste pendant longtemps troublé et sa résistance se trouve considérablement diminuée. Le mal n'est pas sorti, le sujet est encore en puissance morbide. Admirez en passant le bon sens populaire qui affirme que la maladie est « rentrée ».

La maladie chronique est un état morbide, manifestation d'un déséquilibre de nos fonctions vitales dont la nature reste ignorée jusqu'au moment où l'apparition d'une lésion permet sa détermination. Eczéma, migraine, hémorroïdes, asthme, rhumatisme, entérite, autant « *d'alternances morbides* » sans cesse renouvelées, l'apparition de l'une suivant la disparition de l'autre, et dont la cause est toujours la même, une « intoxination » dont les modalités varient suivant le tempérament du sujet observé et qui expriment sa « défense naturelle ».

Que la cause de la maladie soit connue ou ignorée, le résultat est toujours le même : « *intoxination* » à l'origine, puis « *localisation* » sur un organe sur lequel se portent les efforts de libération de l'organisme. Deux évolutions peuvent alors se produire :

ou bien une explosion subite, véritable *décharge toxinique* » qui se manifeste par l'inflammation aiguë d'un organe, apparaissant brusquement alors que le sujet est en bonne santé apparente : *maladie aiguë* ;

ou bien une irritation lente, aboutissant peu à peu à la production d'une « *lésion* » dont les caractéristiques reconnues permettent enfin d'affirmer l'existence et la nature de la maladie : *maladie chronique*.

Dans toutes les maladies « *la toxine précède le microbe* ». Formule brutale, mais qui peut, en termes moins condensés, heurter moins violemment les idées habituellement exprimées. L'état toxinique précède toujours l'apparition du microbe dans les rejets organiques. Le microbe est un signe de gravité, car, pour qu'il apparaisse dans l'organisme, il faut qu'il puisse y vivre, s'y cultiver et, pour cela, il faut que le terrain sur lequel il se développe ait vu sa résistance progressivement diminuer sous l'influence de sécrétions toxiniques, excrétats et secrétats microbiens.

Cette vue de l'esprit vous paraît sans doute parfaitement ridicule et une illusion. Comment concilier la présence dans un organisme d'une sécrétion microbienne, toxine, sans l'absence de l'agent producteur microbe? Cependant les travaux modernes, délaissant un peu la conception phagocytaire de Metchnikoff, nous montrent la complexité des phénomènes biochimiques qui accompagnent l'évolution d'une maladie infectieuse, phénomènes qui se produiraient presque simultanément : désintégration cellulaire et mise en liberté de toxines préformées dans les cellules; réaction coagulante des tissus, déterminant la formation de précipités constitués par les anticorps, les microbes et leurs sécrétions (état floculaire) précipités qui seraient ensuite dissous et éliminés. La phase de coagulation correspondrait à la période d'état de la maladie. la phase de dissolution à la convalescence et la lésion ne serait plus le résultat d'une destruction des tissus par les microbes, mais bien « une réaction cellulaire de l'organisme contre son envahissement. »

N'est-il pas logique de penser que cette réaction cellulaire sera plus ou moins importante, que sa préparation sera plus ou moins longue suivant le degré de résistance du terrain, et qu'elle ne se manifestera pas si l'organisme peut « *éliminer* » progressivement les toxines qui l'irritent et qui l'encombrent. Considérez la tuberculose et comprenez quelle sottise effarante est d'attendre la constatation de bacilles de Koch dans les crachats pour établir le diagnostic et constituer un traitement « immunisant ». Considérez le cancer, rejet localisé de l'organisme dans lequel l'oscillocoque a pu s'installer, vivre et proliférer à la faveur d'un état toxinique préalablement développé.

De même que dans la tuberculose, le Tuberculinique précède toujours le Tuberculeux (1), de même dans le cancer, le Cancérinique précède toujours le Cancéreux (2). Guérissez les Tuberculiniques, vous diminuerez le nombre des Tuberculeux, guérissez les Cancériniques, vous supprimerez les Cancéreux. Vous comprenez immédiatement l'intérêt capital pour le médecin de connaître « l'état morbide » de son malade, de cet « être » dont le « devenir » peut soudain être entravé, altéré ou détruit par des forces inconnues dont il a le devoir de préciser la nature afin de prévoir leur redoutable action et pour en neutraliser plus sûrement les effets.

II. — Le malade.

« La Science médicale, a-t-on écrit, a pour objet l'étude des maladies ; l'Art médical a pour but, le maintien et le rétablissement de la santé ». Etrange conception qui institue un schisme entre le « savoir » et son application, et qui laisse dans un oubli complet le personnage le plus intéressant de l'action : le malade.

Guérir doit être notre but unique ; toute notre activité, toute notre énergie doit tendre à devenir un « *guérisseur* ». Là est notre fonction, et nous devons chercher tout simplement à « faire à autrui ce que nous voudrions qu'on nous fît », en nous rappelant que nous sommes bien peu de chose et que nous devons dépouiller tout orgueil devant notre ignorance.

Pour guérir un malade, sa connaissance exacte, intime, profonde est nécessaire. Quels sont les moyens dont nous pouvons disposer?

(1) Dr Léon Vannier. Tuberculiniques et Tuberculeux. Causes, signes cliniques et traitement. *L'Homœopathie Française*, décembre 1924. janvier, février, mars 1925.

(2. Dr Léon Vannier. L'état précancéreux. Causes. signes et traitement. *L'Homœopathie Française*, avril, mai, juillet 1927.

Le Laboratoire. — Le médecin moderne est un savant, le laboratoire est son domaine, dans lequel, loin du malade, qui n'est pas autorisé à donner son avis, il analyse avec une patience minutieuse les produits qui sont mis à sa disposition. Dans des expériences admirablement conduites, par des procédés sans cesse renouvelés, il étudie les modifications organiques dans l'espoir de découvrir le mécanisme intime des phénomènes qu'il entrevoit. La complexité des procédés employés impose à l'étudiant un respect profond et les discussions sans fin sur les différentes techniques utilisées contribuent à lui affirmer sa conviction que rien ne peut être entrepris sans le secours du laboratoire, qu'aucun diagnostic ne peut être posé, aucune thérapeutique déterminée sans son appui.

Erreur dangereuse. Combien avons-nous vu de ces réactions de laboratoire qui devaient nous apporter la réussite dans le diagnostic : cryoscopie, recherche de la viscosité sanguine, de la tension superficielle, constante d'Ambard, réaction de Wassermann, etc..., merveilleux moyens dont l'infaillibilité se désagrège chaque jour, faisant place à d'autres modes d'illusion aussi dangereuses dans leurs conséquences.

Le médecin moderne est un investigateur minutieux qui est triomphant quand il a pu déterminer « l'instabilité de l'équilibre colloïdal » d'un organisme, le « métabolisme basal » d'un enfant, la « vagotonie » ou la « sympathycotonie » d'un sujet, et il est satisfait s'il fait d'un malade un « arthritique » ou un « colloïdoclasique », oubliant que les mots qu'il emploie sont des masques qui couvrent une réalité bien décevante : le malade, dont les troubles persistants continuent à le mettre en échec.

Le médecin moderne doit être admiré, car il « sait » beaucoup et il veut savoir encore davantage, mais il analyse trop et il s'acharne à tort à vouloir, par des examens de laboratoire, découvrir l'inconnue du problème que la maladie lui donne à résoudre, oubliant que son équation ne pourra jamais être résolue, puisque, volontairement, il en néglige un des termes, le principal à mon avis : le malade.

La Clinique. — Le Laboratoire dirige la Clinique, et la valeur professionnelle du médecin s'efface devant le résultat d'une réaction. Le savant juge sur les pièces que son chef de laboratoire lui remet, et il complète sa documentation par les rapports des examens pratiqués par des spécialistes éminents qui ont, chacun dans leur domaine, un ensemble impressionnant d'appareils investigateurs.

Le perpétuel souci qui domine la mise en œuvre de tous ces moyens vraiment admirables est de « localiser » le mal, de connaître son siège, afin de déterminer la gravité du cas et de pouvoir intervenir utilement par la chirurgie. Les rayons X ont, dans ces dernières années, pris une place considérable dans l'examen du malade, mais l'exagération de la valeur des constatations radiologiques a contribué à nuire au développement de la sagacité clinique du praticien. Ce dernier a trop tendance à diviser ses malades en deux catégories : ceux qui ont quelque chose et ceux qui n'ont rien. Les premiers sont, ou justiciables d'une intervention chirurgicale dont les indications se trouvent posées par les examens « de localisation », ou relèvent d'une thérapeutique « spécifique » dont la raison est déterminée par le laboratoire. Quant à ceux qui n'ont rien et dont les souffrances ne peuvent être ni « localisées », ni « déterminées », une scientifique explication de leurs troubles leur sera donnée dont ils devront se contenter.

L'OBSERVATION DU MALADE.

A notre époque le malade est « analysé », il est « examiné », il n'est pas « *observé* ». La connaissance du malade est limitée, permettez-moi cette expression, à sa valorisation pathologique, encore qu'elle soit bien insuffisante pour établir un traitement dans la majorité des cas qui sont loin de rentrer dans le cadre nosologique des maladies connues. Ecoutez les parents qui vous amènent leur enfant : « On ne lui trouve jamais rien et il est toujours malade ». On ne lui trouve jamais rien parce qu'on ne « voit » pas ce qu'il a, parce qu'on « l'examine » au lieu de « *l'observer* ».

Je ne joue pas sur les mots. L'Examen d'un malade comporte la mise en action d un certain nombre de moyens d'investigation clinique pour aboutir à la détermination d'une maladie. L'Observation comporte la mise en œuvre de toutes les facultés du médecin pour « voir » et « interpréter » un état morbide, état qui doit être caractérisé non seulement par la cause retrouvée, mais par le sujet lui-même. Considérez un tuberculinique ; le diagnostic « état tuberculinique » ne suffit pas pour déterminer le traitement du malade, il « oriente » la thérapeutique, mais il ne détermine pas le remède utile ; seules, les caractéristiques personnelles, individuelles du sujet permettront de définir, non seulement le remède le mieux adapté à sa déminéralisation, mais aussi la nature de la toxine nécessaire à son immunisation. Le même raisonnement s'applique avec la même logique à tous les malades, qu'ils présentent une auto-intoxication ou un état précancéreux, une anémie ou une hérédo-syphilis, une fièvre typhoïde ou une pneumonie. Le diagnostic d'une maladie est un acheminement vers la connaissance d'un état morbide, mais ce dernier ne peut être défini que par le sujet lui-même qu'il faut savoir « voir » et « comprendre ».

Chaque malade marque en traits indélébiles dans son bâti et sur le corps tout entier, figure,

mains, yeux, etc., toute sa vie passée, présente et future. Il est une personne pensante et agissante, et « personna » en latin, signifie masque. A nous, médecins, d'arracher ce masque, de pénétrer dans l'intimité de cet être, non pour analyser, juger et expliquer le mécanisme de ses sentiments à la manière de Freund, mais bien pour comprendre — *cum prehendere* — celui qui vient demander notre appui et qui, par un acte de foi vraiment admirable et que nous devons respecter, se remet entièrement sous notre volonté.

Considérez votre malade : étudiez son squelette et d'abord sa forme générale qui vous donnera immédiatement la notion de son hérédité toxinique : tuberculeuse ou syphilitique, puis chacune des pièces qui le constituent dont les déplacements peu apparents vous permettront d'expliquer la genèse des troubles organiques jusqu'alors méconnus (ostéopathie).

Regardez vos malades, leurs attitudes quand ils sont debout, assis, couchés, l'état de leur peau, de cette frontière au niveau de laquelle se manifestent tout nos refoulements toxiniques, l'aspect des ongles, celui de la denture, la coloration des lèvres, la physionomie elle-même et ses modifications morbides si caractéristiques. Considérez un tuberculinique : l'extrême variabilité de ses symptômes, tout est changeant en lui, l'état cyanotique des extrémités, la déminéralisation si apparente au niveau des dents où elle se traduit par une sensibilité de l'émail et de la polycarie (carie systématisée qui permet le diagnostic de l'âge des maladies anciennes qui ont frappé le sujet). Regardez-le respirer, l'immobilité d'une partie de la région thoracique, la constatation d'une dépression légère et de quelques varicosités dans cette région rendue douloureuse par la pression, la présence du vertige provoqué vous permettront d'affirmer l'existence d'une faiblesse pulmonaire, une prédisposition certaine à la tuberculose encore que les rayons X ne puissent déceler la moindre atteinte organique. Considérez un état précancéreux et notez immédiatement les taches rubis, les taches cancériniques plates ou surélevées, qui ne sont pas les épithéliomas cutanés, et dont la coloration variable suivant le degré d'intoxication du sujet offre une constante évolution, notez les rhagades, les fissures des commissures labiales et de la langue, les verrues éparses sur la peau et les varicosités du nez, les altérations profondes des ongles et les douleurs provoquées.

Les exemples pourraient être multipliés. Le malade est un véritable « semnothée », un porteur de signes et ce sont ces signes qu'il faut savoir lire et interpréter ; ils sont inscrits partout, sur sa physionomie, dans sa main, jusque dans ses yeux, et c'est avec étonnement et admiration que l'observateur retrouve, gravés dans l'Iris en traits définitifs, l'histoire pathologique du sujet (1).

L'Iriscopie est une méthode précieuse, car elle permet de déterminer l'état organique d'un être humain ou animal, par l'observation de l'Iris dont la surface peut être divisée en secteurs, chacun correspondant à un territoire organique. Traumatismes accidentels ou chirurgicaux, inflammations, écoulements, destructions, tout est inscrit, et bien souvent l'Iris manifeste l'atteinte d'un organe qui ne crie pas encore sa souffrance, permettant ainsi de prévoir l'apparition d'une morbidité en autorisant le médecin à mettre, par un traitement préventif, son malade en sécurité. L'Iriscopie est une méthode d'observation qui peut paraître extraordinaire, mais elle offre un intérêt considérable, puisqu'elle donne au praticien la possibilité de « voir » à travers le miroir irien les organes du sujet, d'en apprécier l'état anatomique, le fonctionnement et l'évolution au cours d'un traitement.

Les malades ne sont pas des machines plus ou moins compliquées dont les rouages doivent être mis au point par un mécanicien habile : ce sont des « êtres vivants et pensants » dont les réactions différentes suivant les individus doivent être minutieusement notées et étudiées. Ces réactions morbides qui ne sont en somme que l'expression des réactions habituelles, caractérisent le malade ; elles sont de deux ordres : les uns appartiennent à la sensibilité ; ce sont les douleurs ; les autres à la mentalité ; ce sont les signes psychiques ou mentaux.

Douleurs et signes psychiques sont habituellement négligés dans l'observation médicale. Pourquoi? Parce qu'ils ne constituent pas de signes pathognomoniques de maladie. La douleur n'est appréciée que suivant son degré, elle est légère ou intense, quelquefois exquise — admirons en passant ce terme si souvent employé dans les vieux traités — mais elle n'est pas étudiée, et cependant nombreuses sont les modalités sous lesquelles la souffrance humaine se manifeste : piqûres, brûlures, tiraillements, déchirures, crampes ou lancinements, etc..., autant de réactions différentes qui ne sont pas remarquées. La douleur est l'ennemi dans la médecine moderne, on la supprime brutalement par un analgésique, oubliant que la souffrance est un signal-symptôme, un appel de détresse de l'organisme, le cri de l'organe qui s'irrite avant d'être lésé, fixant l'attention du « guérisseur » qui doit s'attacher non à atténuer passagèrement l'effet douloureux, mais bien à en supprimer la cause en utilisant la signature morbide qui lui est proposée.

---

(1) Dr Léon Vannier. Le Diagnostic des maladies par les yeux. Maloine édit. 1927.

Ecoutons les malades et respectons leurs dires, notons bien exactement leurs paroles si étranges, si contradictoires qu'elles puissent paraître ; souvent les malheureux patients n'osent pas exposer leurs propres remarques, habitués qu'ils sont à ce qu'on n'y attache aucune importance. Certains se plaindront d'éprouver une sensation de fatigue intense, surtout à 10 heures du matin, d'autres accuseront un besoin impérieux de manger à 11 heures, les uns raconteront qu'ils ont depuis longtemps la sensation que quelque chose de vivant remue dans leur ventre, d'autres se plaindront d'avoir les pieds tellement brûlants la nuit qu'ils sont obligés de rejeter leurs couvertures. Un malade nous avouera avec gêne qu'il ne peut aller à la selle que debout, ou que, chose étrange, il ne peut supporter aucune odeur, surtout l'odeur du tabac. Tous ces signes qui en eux-mêmes, semblent parfaitement indifférents, doivent être notés, ils appartiennent en propre à chaque malade, aident à sa définition et trouvent toujours leur correspondance dans l'ordre thérapeutique.

Pourquoi la médecine actuelle est-elle concassée en une multiplicité de fragments dont chacun constitue le secteur intangible d'un spécialiste, dont les cloisons, bien étanches, empêchent tout contact avec le voisin. Comment peut-il exister des spécialistes de maladies d'estomac, de maladies d'intestin, de maladies de cœur, de troubles de la nutrition quand l'observateur de bon sens se rend compte rapidement que les irritations gastriques ou intestinales, les troubles fonctionnels du cœur et les mauvaises assimilations dépendent exclusivement de ce qu'on est convenu d'appeler l'état général du sujet, c'est-à-dire de la déviation de son fonctionnement normal. Pourquoi cette spécialisation à outrance qui amène peu à peu le malade au chirurgien, la production de la lésion étant fatale quand on s'hypnotise sur l'état d'un organe en perdant de vue complètement le sujet principal : le malade.

Enfin, nous ne devons pas négliger les impressions du malade, son psychisme. Chaque individu réagit d'une façon différente à l'infection, à l'intoxication, au choc physique comme au choc moral. Vous admettez bien qu'une émotion, une frayeur, un chagrin violent ou une longue suite de soucis et d'ennuis peuvent provoquer l'apparition, « déclancher » en quelque sorte toute une série de symptômes dans l'organisme du sujet ainsi éprouvé : symptômes dûs soit à des réactions glandulaires (foie, thyroïde, ovaires, etc.) ; soit à des phénomènes purement nerveux (algies, troubles vaso-moteurs ou même trophiques). Pourquoi ne pas admettre l'inverse et reconnaître l'influence considérable de l'état morbide sur la mentalité. Le public, dans son bon sens, le comprend et l'exprime bien quand il nous dit : « Il doit être très malade, car son caractère a beaucoup changé. »

Nuances délicates ou états psychiques bien définis, ces « changements de caractère » ne doivent pas être seulement l'objet de l'attention du psychiâtre ou de l'aliéniste. Ils doivent surtout intéresser le médecin qui, observateur complet, est aussi un psychologue averti ; il sait en effet que des phénomènes nerveux sans importance, constituent pour lui de précieux éléments qui lui permettent de déterminer le remède qui guérit. Anxiétés affreuses, angoisses bizarres, impulsions et répulsions, désirs et dégoûts, obsessions et tristesses, habitudes et manies, tout est important, tout doit être noté.

Le malade et un sujet sain qui est devenu morbide. Cette définition un peu trop simple apparaît sans doute parfaitement ridicule. Pourquoi? *Parce que vous ignorez ce qu'est un sujet sain.*

Le malade est un « être » vivant et pensant dont le médecin, qui veut devenir un « guérisseur » ne peut ignorer l'intime fonctionnement. Pour le bien guérir, il faut savoir retrouver sous cette morbidité qu'ils nous apporte le bonhomme sain qu'il était auparavant, et surtout le bonhomme sain qu'il doit être. Il faut que vous connaissiez le Type de votre sujet, afin de pouvoir redresser sa déviation morbide, « *diriger* » son corps en prévoyant les altérations nouvelles, « *orienter* » son esprit vers la pleine réalisation de ses possibilités.

L'être humain peut être considéré comme un véritable trinaire composé de trois forces :

l'une *passive*, négative, qui *vit*, *subit* et *meurt* : LE CORPS.

l'autre *active*, positive, qui *devient*, *agit* et *évolue* : L'ESPRIT,

la résultante, ou plutôt la « *dominante* », qui « *relie* » et qui est éternelle : L'AME.

Corps et esprit sont intimement unis dans un rapport étroit, la forme du premier indique les possibilités du second, car les forces spirituelles de chaque être ont une répercussion sur son enveloppe.

Le « *Type* » d'un être se définit par la connaissance de la Constitution et de son Tempérament.

La *Constitution* d'un sujet est déterminée par l'observation du squelette, l'étude de sa forme et des rapports de ses différentes parties. Elle ne change jamais, elle est « *ce qui est* », le bâti immuable suivant lequel l'être se développe, et ce développement peut se faire sur trois plans caractérisant trois « *genres* » que j'ai appelés carbonique, fluorique, phosphorique. La signature qui en résulte, signature de la forme, manifeste en quelque sorte, du sujet, la « Préfiguration ».

Invariable, elle nous donne la notion de la « *constante* » de l'individu en exprimant le genre auquel il appartient dans la Série humaine.

Le *Tempérament* est un état dynamique qui repose sur la Constitution du sujet, état statique. La Constitution est « ce qui est », le Tempérament est « *ce qui devient* ». Le Tempérament est l'ensemble des réactions propres au sujet, physiques, chimiques, biologiques et psychiques. Il est fait de deux éléments :

ce qui nous a été légué : *l'atavisme*,

ce qui nous a été remis : *le possible*.

Le Tempérament exprime le dynamisme de l'être, « l'ensemble de ses possibilités » et la signature qui en résulte, signature de l'avenir, manifeste en quelque sorte, du sujet, « la Prédestination ». Si la Constitution est la « constante » de l'Etre, le Tempérament en est la « *variable* », encore que cette variable se meuve dans des limites très déterminées pour chaque individu.

Définir la Constitution d'un individu, c'est le situer dans « le genre » auquel il appartient.

Déterminer le Tempérament d'un être, c'est définir « l'espèce » à laquelle il appartient, espèce caractérisée par un ensemble de possibilités toujours les mêmes pour le groupement considéré.

Genres et espèces peuvent être étudiés et minutieusement décrits. Il en résulte une sorte de classification humaine analogue à celle des animaux, classification qui ne repose pas seulement sur des analyses de forme ou de structure, mais aussi sur des rapports étroits établis entre la morphologie de l'être et l'ensemble de ses réactions ou possibilités physiques, biologiques et psychiques.

Comprenez maintenant le rôle social du médecin. Sans doute il « sait », mais aussi il « voit », il « comprend » la matière qu'il doit traiter. Le malade n'est plus seulement un « cas », mais un « *être* » dont il a la charge et qu'il a le devoir de diriger et d'orienter dans le sens de la pleine réalisation de ses possibilités. La question d'une maladie n'est plus pour lui la suppression momentanée ou définitive de troubles graves qui mettent une vie en danger, elle est le retour de l'individu dans « *son* » ordre, celui qu'il n'aurait jamais dû quitter. La « direction » du corps suivant ses aptitudes exactement définies par la notion de la Constitution ne doit pas être seulement le but du médecin, il peut et il doit intervenir dans « l'orientation » de l'esprit de l'être afin de le prémunir contre les désillusions et les tribulations si fréquentes dans toute vie qui ne se développe pas suivant son « ordre naturel », celui qui lui est réservé.

Ainsi comprise, «l'observation du malade» conduit à l'application d'une THÉRAPEUTIQUE rigoureusement déterminée, non seulement par la connaissance d'une « morbidité », mais encore par la connaissance exacte du « sujet » dont les caractéristiques essentielles constituent le guide le plus sûr pour définir le bon remède : celui qui guérit.

Ainsi considérée, la médecine n'est pas une science, elle est vraiment un ART vers lequel toutes les jeunes vocations peuvent aspirer, car elles trouveront comme le malade, non seulement encouragement et consolation, mais la magnificence d'une ŒUVRE qui leur apportera confiance et sécurité.

L'Art véritable est celui qui recherche non la cause de ce qui est, mais l'infini du possible, la Force qui permane dans une foi retrouvée.

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

La lampe à atmosphère gazeuse. — Dans une conférence à l'occasion de la Médaille Perkin, qui vient de lui être décernée, le physicien américain Irving Langmuir (1) a retracé les étapes par lesquelles il est parvenu à concevoir la lampe électrique à atmosphère gazeuse qui, de plus en plus, tend à supplanter l'ancienne lampe à vide. Nous reprendrons ici les points principaux de son exposé historique.

L'origine des recherches de Langmuir remonte à 1909, époque de son entrée dans les laboratoires de la General Electric Company. Dans ces milieux, l'attention était alors portée sur l'étirage des fils de tungstène destinés aux tubes Coolidge. La fragilité que prenaient les filaments sur courant alternatif surprenait les ingénieurs. Langmuir, songeant à l'éventualité de gaz occlus, résolut de mesurer les dégagements gazeux présentés par les filaments chauffés dans le vide.

Les gaz furent recueillis en quantité énorme. Un petit filament, par exemple, fournit en deux jours, un volume gazeux 7.000 fois supérieur au sien propre, sans que l'émission parût s'épuiser. D'autre part, dans le vide, les surfaces de verre dégageaient lentement de la vapeur d'eau réagissant sur le tungstène pour donner de l'hydrogène; et la vaseline des connexions émettait des vapeurs hydrocarbonées, se résolvant en hydrogène et en oxyde de carbone.

Tandis qu'en vue du perfectionnement des lampes, on cherchait en général à accentuer le vide, Langmuir, jugeant l'entreprise vaine, y renonça pour aborder le problème à rebours. Il introduisit systématiquement des gaz dans la lampe, afin d'étudier leur action perturbatrice, appliquant

(1) *Chemistry and Industry* 10 février 1928.

là une méthode d'investigation dont, à juste titre, il apprécie la fécondité.

Les divers gaz examinés, oxygène, hydrogène,- azote, acide carbonique, oxyde de carbone, gaz inertes, se comportaient tous de manière différente.

Dans une atmosphère d'oxygène, le filament était attaqué avec formation d'acide tungstique, réaction de cinétique particulièrement intéressante.

Dans l'ampoule, l'hydrogène, s'adsorbait sur les parois à l'état d'hydrogène atomique, susceptible de réagir avec l'oxygène à la température ordinaire, même longtemps après le refroidissement du tungstène. Le filament fonctionnant comme résistance thermométrique,accuse en effet jusqu'à 1.800° absolus, une perte calorifique, croissant comme le carré de la température, et s'accélérant ensuite pour devenir proportionnelle à la cinquième puissance de la température, au voisinage du point de fusion. De tels résultats font présumer, aux températures élevées, une dissociation de l'hydrogène en atomes. L'accroissement de la conduction calorifique est dû à la diffusion des atomes d'hydrogène par le filament et à leur combinaison à une certaine distance.

Quand on introduisait de l'azote en petite quantité dans l'ampoule, le gaz disparaissait progressivement, et le filament diminuait de poids par évaporation. Pour chaque atome de tungstène évaporé, il disparaissait une molécule d'azote, avec formation d'un nitrure brun, se déposant sur l'ampoule. Lorsqu'on introduisait de la vapeur d'eau, le nitrure se détruisait avec formation d'ammoniaque.

La vapeur d'eau seule donnait un dépôt noir, par une réaction cyclique, où l'hydrogène atomique jouait un rôle essentiel. Par contact des molécules de vapeur d'eau avec le filament chaud, il se forme un oxyde volatil de tungstène, avec libération d'hydrogène atomique. L'oxyde volatil se dépose sur l'ampoule, où l'hydrogène atomique le réduit à l'état métallique. La vapeur d'eau produite retourne au filament, et l'action se répète indéfiniment. Par ce processus, une quantité infime de vapeur d'eau est susceptible de transférer sur l'ampoule une quantité énorme de tungstène.

Afin de vérifier ses conclusions sur l'hydrogène atomique, Langmuir a mesuré les pertes calorifiques du filament dans des gaz non dissociables, la vapeur de mercure et l'azote. Au cours de cette étude, il a reconnu que, dans l'un et l'autre de ces gaz, le filament, au voisinage de son point de fusion, à une vie beaucoup plus longue que dans le vide. Dans ces conditions, en effet, l'évaporation du tungstène se ralentit, car beaucoup des atomes évaporés rebroussent chemin vers le filament, après avoir choqué les molécules gazeuses. Il convient néanmoins de chauffer plus énergiquement que pour le fonctionnement dans le vide, afin de corriger la perte d'efficacité par convection. L'étude de ces circonstances a constitué le premier pas vers la lampe à atmosphère gazeuse, d'abord à azote, puis à argon.

Langmuir s'est attaché d'abord à la construction de lampes boules, dont les gros filaments subissent moins de pertes calorifiques que les filaments fins. Dans la suite, on s'est aperçu que les résultats étaient aussi satisfaisants avec des filaments fins, enroulés en hélice à spires très rapprochées. Après maints perfectionnements de détail, on est parvenu à la lampe à argon actuelle, bien connue, qui, convenablement construite, peut doubler et au-delà l'efficacité de la lampe à vide.

Langmuir fait observer qu'il faut chercher le point de départ de cette réalisation dans une étude entièrement théorique sur l'hydrogène atomique, et c'est pour lui l'occasion d'insister sur tout le profit que la science appliquée peut tirer de la science pure. S. V.

Chimie physique

La catalyse sous pression réduite. — Dans bien des cas on s'est proposé d'agir sur l'hydrogénation par catalyse, d'en faire varier les produits ou le rendement en modifiant les conditions de l'expérience. En fait, lorsqu'il s'agit de réaliser une réaction déterminée, comme l'hydrogénation, on ne dispose de la température que dans des limites généralement assez étroites. Au-dessous d'une certaine valeur, la réduction est pratiquement nulle; et il suffit souvent de dépasser d'une dizaine de degrés la température optima pour voir apparaître des réactions secondaires d'une tout autre nature.

L'échelle des pressions est beaucoup plus étendue. L'emploi des hautes pressions a prouvé très largement son efficacité pour réaliser des hydrogénations difficiles et, en même temps, pour empêcher la décomposition des produits engendrés : on en a de remarquables exemples dans les belles synthèses industrielles de l'ammoniac et de l'alcool méthylique.

M. Grignard a étudié l'influence des basses pressions. A première vue, ces pressions réduites paraissaient condamnées dans leur principe même et quelques tentatives réalisées jusqu'ici, témoignant d'une diminution importante de l'activité, avaient achevé de déconsidérer leur emploi En réalité, dans une belle série de recherches, dont il a fait récemment l'exposé d'ensemble (*Bulletin de la Société chimique de France*, mai 1928), M. Grignard a montré tout l'intérêt des basses pressions pour obtenir une sélection de réaction, toutes les fois que celle-ci paraissait susceptible de se produire en plusieurs phases distinctes. Le principe du déplacement de l'équilibre, que l'on a cru pouvoir invoquer contre ce mode opératoire, n'est pas applicable ici puisque, dans la généralité des cas, l'équilibre n'est pas atteint, et l'on ne se trouve pas dans la zone de réversibilité.

L'auteur a employé comme catalyseur sous pression réduite, le cuivre, le noir de platine et aussi l'oxyde de platine. Il a appliqué la méthode à l'hydrogénation des alcools, à celle des phénols, à la réduction des chlorures d'acides, à celle des nitrites, ce qui a permis la synthèse des aldimines, à celle des aldéhydes et cétones aromatiques nucléaires, etc.

« Si nous examinons, conclut-il, l'ensemble des résultats obtenus, ils semblent être un gage de ce que nous pouvons espérer dans cette voie. Le domaine est vaste, en effet, des réactions catalytiques d'hydrogénation ou autres, susceptibles de s'effectuer en plusieurs étapes et pour lesquelles il soit intéressant de s'arrêter aux paliers intermédiaires. Je me propose d'en poursuivre l'étude. Mais, dès à présent, nous avons, je crois, le droit de considérer l'emploi des pressions réduites, en catalyse, comme un moyen d'agir d'une manière très simple sur l'activité des catalyseurs et, en même temps, de soustraire rapidement à l'action de la chaleur et du catalyseur, de rendre par suite accessibles, des formes intermédiaires, peu stables, que les procédés habituels permettaient à peine de soupçonner.

« La méthode, d'ailleurs, n'est sans doute pas limitée à la voie sèche, quand on aura affaire à des liquides ou à des solutions n'ayant qu'une faible tension de vapeur dans les conditions opératoires.

« C'est, en somme, une technique nouvelle qui s'offre aux chimistes et qui, sans avoir la prétention d'égaler en ampleur ses aînées dans le domaine de la catalyse : la voie sèche et la voie humide, avec ou sans pression, apportera, dans bon nombre de cas, plus de finesse dans l'analyse et plus de souplesse dans la synthèse. » A. Bc.

Thérapeutique

Sur un nouvel anthelminthique. — Des travaux relativement récents de Staundiger et Ruzicka ont montré que le Pyrèthre insecticide (*Chrysanthemum cinerariæfolium*) doit ses propriétés toxiques pour les animaux inférieurs à la présence des pyréthrines, éthèrs résultant de la combinaison de la pyréthrolone, alcool cétonique, avec les acides chrysanthémiquemonocarbonique et chrysanthémiquedicarbonique. Ces pyréthrines, qu'on peut obtenir purès par distillation fractionnée dans le vide, sont des corps incristallisables, insolubles dans l'eau et solubles dans les solvants organiques. Elles se saponifient très aisément par la chaleur, les alcalis, les alcools chauds en donnant des produits de dédoublement presque dépourvus de toxicité. Si les pyréthrines sont peu toxiques pour les animaux à sang chaud — pour tuer un chien il faut lui en injecter *dans les veines* six milligrammes par kg. — il n'en est pas de même pour les animaux à sang froid : les poissons, ainsi que l'ont établi MM. Pouchet et Mercier, meurent dans l'eau contenant 1/3.000.000 de ces substances, les vers de terre et la sangsue officinale sont tués dans une solution au 1/1.000.000 (1).

En raison de cette innocuité des pyréthrines, par voie gastrique, chez les animaux à sang chaud et de leur grande toxicité pour les vers, M. Chevalier a eu l'idée de tirer parti de ce fait et de l'appliquer en thérapeutique. Il a établi que les *Ascaris lombricoïdes* du chien et les *Tænias* du porc meurent très rapidement lorsqu'on les met en contact avec une solution diluée de pyréthrines. Ayant ainsi constaté les propriétés vermicides des pyréthrines, il a entrepris, sur des chiens porteurs de vers, de nombreux essais qui ont montré que les parasites sont expulsés à l'état inerte quelques heures après l'injection de pyréthrines en pilules ou en émulsions. Même chez de très jeunes chiens le traitement n'a présenté aucun inconvénient. (*Bull. Académie de Médecine*, 24 avril 1928, n° 17, p. 448).

A la suite de ces expériences, le pouvoir vermicide du pyrèthre a été appliqué également chez l'homme; aussi bien chez les adultes que chez les enfants, il a donné d'excellents résultats. Toutefois, les pyréthrines ne paraissent pas agir sur les œufs et pour cette raison, dans l'oxyurase il faut répéter les cures à dix jours d'intervalle en même temps qu'on applique sur la région anale une pommade renfermant 1/100.000 de pyréthrines.

Les principes actifs du Pyrèthre paraissent également agir sur les *Lamblias;* on les essaie aussi, en Egypte, sur l'Ankylostome duodénal. En raison de leur innocuité parfaite pour l'homme ils paraissent devoir se substituer aux anthelminthiques et vermicides actuellement usités : santonine, pelletiérine, filicine, etc... dont l'emploi n'est pas sans inconvénient.

A. B.

Génie maritime

Les conceptions actuelles du moteur marin. — La propulsion des navires pose à la science technique un problème considérable, dont les données se transforment sans cesse. L'évolution de la machine marine s'impose tout d'abord à l'attention du seul fait de l'importance des applications réalisées.

Le premier transatlantique à vapeur, la *Britannia* de 1840 développait 500 CV, pour filer une moyenne de 8 nœuds 5. Déjà l'*Etruria* de 1880 effectuait le même service à 18 nœuds 5, en développant 14.000 CV. Aujourd'hui, la puissance de 10.000 CV est très courante dans la grande navigation, les machines des transatlantiques rapides atteignant l'ordre de 40 à 60.000 CV (*Ile-de-France :* 52.000 CV). Nos croiseurs récents développent plus de 120.000 CV. La puissance motrice croissant, d'une façon approximative, selon le cube de la vitesse et la puissance deux-tiers du déplacement, on comprend que la rapidité et l'intensité des moyens de transport par mer soient étroitement liées au progrès de l'industrie constructrice.

La machine marine doit satisfaire à des conditions particulières de fonctionnement, qui ont contribué puissamment à stimuler ce progrès, en contraignant toujours plus efficacement les intéressés à approfondir les ressources de la science théorique.

La nécessité, en particulier, de réduire au strict minimum compatible avec la robustesse et la sécurité, non seulement le poids, mais l'encombrement des appareils, a exigé la réalisation de pressions toujours plus élevées, la condensation étant par ailleurs imposée par la seule nécessité de récupérer l'eau d'alimentation. Je ne puis que rappeler d'un mot les étapes qui ont été parcourues à pas de géant, pour ramener le poids par cheval de 700 kilos aux environs de 250 (et moins pour les appareils des unités de guerre), et la consommation de charbon de 3 à la moyenne de 0 kil. 7.

Mais la machine à vapeur alternative, à triple ou même à quadruple expansion avait à peine atteint le degré de perfectionnement que nous connaissons aujourd'hui, que la turbine faisait dans l'industrie une apparition sensationnelle, grosse de promesses, et qu'ici encore l'application à la navigation semblait devoir être à la base de ses progrès à venir. Dès ses débuts, on demandait au nouveau moteur les puissances que l'on n'osait plus attendre de la machine alternative. Dès 1908, les turbines de la *Lusitania* développaient la puissance, encore inusitée sur mer, de 70.000 CV. Depuis, en présence de ses succès grandissants, l'avénement de la turbine paraît marquer, au regard de certains, le déclin définitif de la machine alternative.

La turbine se prête admirablement à la réalisation des hautes puissances, avec économie appréciable de poids et d'espace, cela d'autant plus que la chaudière marine est en mesure de fournir des pressions élevées, de l'ordre de 25 kilos, avec dispositifs de surchauffe et de tirage forcé, dans les conditions de fonctionnement les plus sûres. A ce point de vue d'ailleurs, une autre révolution a été accomplie par l'introduction de la chauffe au mazout. Je signalerai seulement que le tonnage de jauge brute des vapeurs de commerce ainsi équipés, qui se chiffrait à 1.310.000 en 1914 s'élève pour la construction de 1927 à près de 18 millions 1/2.

La mise au point des dispositifs de réduction du nombre de tours par engrenages a permis de concilier, d'autre part, les conditions du fonctionnement normal de la turbine motrice avec celles de l'hélice, dont le rendement s'accommode mal d'une trop grande vitesse de rotation.

La turbine ne possède sans doute pas la souplesse de régime de la machine alternative et son rendement décroît rapidement aux puissances réduites. Mais cet inconvénient disparaît pratiquement pour les navires de commerce, qui naviguent toujours à leur allure de régime normal; on en dirait autant de certaines autres difficultés se rattachant à

---

(1) Il n'est pas inutile de rappeler que le produit fluide connu dans le commerce sous le nom d'oléo-résine de pyréthre, produit qui renferme les principes actifs de cette plante, sert de base aux nombreux liquides insecticides dont on recommande l'emploi en pulvérisations pour détruire les mouches, puces, punaises, mites et cafards. Il est vrai qu'à l'action des pyréthrines vient s'ajouter celle du solvant des essences et du p. dichlorobenzène qui les accompagnent.

la marche arrière et à l'aisance d'évolution, beaucoup plus urgentes pour les unités de guerre.

Pour l'instant, la turbine a conquis la suprématie pour les paquebots à haute vitesse, et elle se répand toujours plus dans la navigation à moyenne puissance ou même dans celle de charge. Pour l'ensemble de cette dernière toutefois, la machine alternative conserve encore ses positions, forte de ses avantages d'endurance, de coût initial, de facilité de visite et de réparations. Au surplus, certains appareils réalisent une combinaison intéressante des deux systèmes : ainsi, une machine alternative compound évacuant à une turbine basse pression, qui achève le troisième stade de détente. Ce dispositif a été adopté pour un certain nombre de navires actuellement en achèvement, notamment pour le grand paquebot anglais *Laurentic*, qui déplace plus de 26.000 tonnes.

A la vérité, ce qu'il est plus suggestif de considérer, c'est la concurrence entre la machine à vapeur, alternative ou à turbines, et le moteur à combustion interne. Sur un tonnage de jauge brute de 2.239.522, représentant la production mondiale pour 1927 des navires à hélice, les vapeurs comptent pour 1.375.828 tonneaux et les navires à moteur pour 863.694. D'autre part, le tonnage des unités de ce dernier type qui se trouvent en construction, au début de 1928, dépasse déjà de 115.000 tonneaux le total des vapeurs dans la même situation.

Le moteur Diesel paraît convenir tout particulièrement à la propulsion des paquebots mixtes de puissance moyenne. Si l'on admet qu'une consommation de pétrole de 185 gr. par cheval-heure corresponde à une dépense de charbon de 800 gr. pour une turbine à vapeur, on conçoit qu'à poids proportionnel égal et même sensiblement inférieur, il soit facile de donner au navire un approvisionnement de combustible plus considérable, ce qui permet d'éviter la perte de temps et les désagréments du charbonnage en escale. Notre flotte commerciale possède nombre de belles unités de ce type, ainsi les paquebots des Chargeurs Réunis qui desservent l'Afrique Occidentale. La Cie des Messageries Maritimes vient de commander aux Chantiers de la Loire à St-Nazaire un paquebot à moteur qui mesurera 165 mètres de long sur 21 de large et dont le déplacement dépassera 21.000 tonnes. La puissance de cette belle unité s'élèvera à 10.000 CV, le navire devant réaliser une vitesse maxima de 16 nœuds 5 et une allure de route de 15 nœuds.

Reste le cargo, à puissance réduite, pour lequel le pétrole est un combustible cher. Mais ici le point de vue peut varier beaucoup d'un service à l'autre, aussi bien que selon les conditions économiques propres à chaque armement.

A cette rapide revue des orientations récentes du moteur marin, il convient d'ajouter la conception utilisant le moteur électrique sur l'hélice, actionné soit par Diesel, soit par turbine.

Cette dernière solution, qui concilie heureusement la souplesse d'allure avec les conditions de rendement maximum de la turbine, est fort en faveur aux Etats-Unis. Plusieurs unités conséquentes de ce type y ont été lancées en 1927, dont une déplaçant plus de 30.000 tonnes.

Enfin, un compromis entre vapeur et combustion interne a été réalisé sur les croiseurs allemands récents, qui sont munis de turbines pour les grandes vitesses et de Diesel pour la croisière. Cette combinaison peut-être appréciée pour certains services commerciaux.

L'ensemble de ces faits suffit à montrer le regain d'actualité dont bénéficie le problème de la machine marine, tant du point de vue économique et industriel que de celui de la science technique.

LOUIS BASSO.

Génie civil

Durcissement des empierrements de chaussées silicatées. — Voici à ce sujet la conclusion d'études faites par M. R. Féret et publiées par le *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale.*

Le durcissement des matériaux pierreux par les solutions de silicate de soude semble être dû, surtout, à la séparation, sous certaines influences, de silice gélatineuse, qui se coagule ensuite, en englobant les particules pierreuses en un magma résistant et insoluble. La principale de ces influences est l'adsorption exercée par les matières solides divisées, quelle que soit la nature de ces dernières. Elle peut être favorisée par la dessiccation, par la dialyse et par l'action de l'acide carbonique de l'atmosphère.

L. R.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 2 juillet 1928.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *A. Haar* (prés. par M. Hadamard). — **Sur l'unicité des solutions des équations aux dérivées partielles.**

TOPOLOGIE. — *B. de Kérékjarto* (transm. par M. Hadamard). — **Démonstration élémentaire du dernier théorème de Poincaré.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Th. de Donder* (prés. par M. Brillouin). — **La thermodynamique relativiste des systèmes électromagnétiq es en mouvement.**

MÉCANIQUE. — *R. Guillery* (prés. par L. Guillet). — **Manomètre enregistreur avec contrôle permanent de ses indications.**

Dans le but de remédier à certains inconvénients que présentent, dans leur emploi, les manomètres ordinaires à tubes creux cintrés à section applatie et les manomètres à piston agissant sur un pendule, l'auteur a imaginé un dispositif nouveau qu'il décrit à l'aide d'une figure. Ce dispositif permet, en mettant en jeu des efforts suffisants, d'obtenir un enregistrement facile en donnant toute la sensibilité voulue par élimination des frottements et permettant, en outre, un contrôle permanent de son exactitude.

GÉODÉSIE. — *P. Helbronner.* — **Sur diverses particularités relatives à la mesure de l'arc du méridien des Alpes françaises.**

En vue des communications que l'auteur doit faire prochainement à l'Académie, au sujet de la détermination d'une section méridienne de la Figure de la Terre, il résume dans cette Note trois des conditions nouvelles au moyen desquelles il a réalisé cette détermination. La première concerne la jonction des divers segments des triangulations utilisées; la seconde est relative aux méthodes adoptées pour la fixation d'un azimut de départ; la troisième adresse à l'établissement des distances séparant les points extrêmes de chaque segment.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *R. Esnault-Pelterie* (prés. par M. Fichot). — **Sur la loi de variations de densité de l'atmosphère en fonction de l'altitude.**

L'auteur recherche une formule, plus exacte que celles actuellement admises, relatives à la loi de variation de densité de l'atmosphère en fonction de l'altitude.

— *E. Rothé* et *A. Hée*. — **Sur les propriétés magnétiques des zones stratigraphiques de la vallée du Rhin.**

La connaissance des susceptibilités magnétiques des substances minérales du sous-sol est indispensable dans les prospections magnétiques. Les auteurs ont étudié de nombreux échantillons prélevés dans le Chattien, le Stampien et le Sanmoisien. Les résultats obtenus sont exposés à l'aide de tableaux.

RADIOACTIVITÉ. — *Mme I. Curie* et *F. Joliot* (prés. par M. Cotton). — **Sur le nombre d'ions produits par les rayons α du radium C′ dans l'air.**

On a trouvé pour le nombre d'ions produits pour une particule α du Ra C', $2{,}2.10^5$ ou $2{,}36.10^5$. Le premier résultat est en accord avec celui donné par Fonovits Smereker et le second diffère notablement de celui que l'on peut déduire du nombre de Geiger, en remplaçant dans le travail de cet auteur l'ancienne valeur de la charge, $4{,}65.10^{-10}$U.E.S. par $4{,}774.10^{-10}$U.E.S.

SPECTROSCOPIE. — *M. Ponte* (prés. par M. Cotton). — **Sur l'absorption par la vapeur de mercure excitée et le renversement de la raie verte et de ses satellites.**

Les résultats obtenus font prévoir un renversement aisé de certaines raies du mercure. Le renversement de la raie verte avait été observé jadis par M. Pérot. Avec l'arc très refroidi (16 volts, 3 ampères) on a photographié six satellites et une raie centrale qui subit déjà un renversement dissymétrique. Lorsqu'on pousse l'arc les satellites s'élargissent et le renversement du centre s'accentue. Si on interpose entre la lame et l'arc la vapeur de mercure excitée, le renversement s'accentue et, en plus, des raies noires apparaissent, marquant la place qui était occupée par les satellites à l'émission : on assiste donc au renversement de ces satellites. La raie 4358 se renverse également, mais les raies jaunes ne donnent lieu à aucun phénomène de renversement.

PHOTOMÉTRIE. — *A. Blondel.* — **Méthode générale de mesure de l'absorption d'un échantillon de diffuseur.**

La méthode exposée montre qu'une petite sphère intégrante permet de mesurer les facteurs caractéristiques de la diffusion, sous des angles variés, car on peut changer soit l'orientation et l'échantillon, soit la direction du pinceau incident par l'orientation de la lanterne. L'auteur a employé pour ces recherches, la méthode qu'il avait antérieurement utilisée (*C. R.*, 132, 1926, p. 739) pour la mesure de l'absorption des instruments d'optique.

MAGNÉTISME. — *P. Weis.* — **Sur la chaleur spécifique du nickel au-dessus du point de Curie.**

La chaleur atomique du nickel au-dessus du point de Curie, présente le même accroissement lent que celle du cuivre. Leur différence est constante et égale, au degré de précision des mesures, à la part de la chaleur atomique 0,993 correspondant à l'énergie cinétique d'un degré de liberté.

Les chaleurs spécifiques du fer, du cobalt et de la magnétite, ont les mêmes propriétés générales que celles du nickel.

— *P. Colbet* et *F. Birch* (transm. par M. Pierre Weiss). — **Le paramagnétisme du fer dans le ferricyanure de potassium.**

Les auteurs démontrent qu'il existe un porteur de 12 magnétons dans le ferricyanure de potassium, aux températures comprises entre 0 et 200°. L'existence du moment de 13 magnétons au-dessous de 0° est très probable. L'atome de fer dans le ferricyanure comme dans les sels ferriques normaux est donc susceptible de prendre plusieurs moments. Mais leurs valeurs sont nettement inférieures aux moments des sels ferriques normaux.

ÉLECTRONIQUE. — *Mario A. da Silva* (prés. par M. Jean Perrin). — **Electrons et ions positifs dans l'argon pur.**

Tous les ions négatifs sont des électrons, tout au moins à partir d'un champ efficace moyen de 40 volts/cm. En ce qui concerne les ions positifs qui sont produits dans le gaz en même temps que les électrons par la source ionisante, on peut les faire arriver au plateau relié à l'électromètre, si l'on augmente suffisamment la tension. L'arrivée de ces ions se traduira par une diminution du courant transporté par les ions négatifs. On réalise ainsi une application nouvelle de la méthode de Rutherford.

PHYSIQUE. — *F. Pasteur* (prés. par M. Desgrez). — **Utilisation thermique de la radiation solaire.**

L'auteur propose d'utiliser la radiation solaire au moyen d'un appareil présentant la forme d'un phare parabolique hermétiquement clos par une vitre spéciale. A Paris, malgré les conditions très défavorables, il a obtenu des résultats importants de calorification, combustion, fusion, vaporisation. Si des résultats pratiques peuvent être réalisés, la question est susceptible de prendre un intérêt considérable pour certaines grandes entreprises, comme par exemple le transsaharien.

ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE. — *E. Rouelle* (prés. par M. Paul Janet). — **Sur une nouvelle catégorie de multiplicateurs de fréquence ferro-magnétiques.**

Dans le multiplicateur réalisé par l'auteur, la période propre du circuit constitué par une bobine à noyau de fer en série avec un condensateur varie avec l'induction imposée à la bobine. On a pu relever sur un tel circuit des oscillogrammes de décharges amorties montrant que si l'induction initiale est suffisamment élevée, la pseudo-période passe par un maximum T_m correspondant au maximum L_m de la self-induction; sa valeur initiale tendrait vers une limite T_1 si l'induction augmentait indéfiniment. Si la résistance du circuit est suffisamment faible on peut y entretenir, en l'alimentant sous des tensions sinusoïdales de valeurs efficaces convenables, diverses oscillations dont les périodes astreintes seulement à rester comprises dans l'intervalle T_m-T_1, peuvent être des multiples de celles de la source. Le phénomène étudié sous le nom de ferro-résonance n'est qu'un cas particulier où l'oscillation libre se produit à la fréquence fondamentale. Un multiplicateur de fréquence utilisant cette propriété permet en particulier d'obtenir des harmoniques pairs sans emploi de courant continu.

ÉLECTRO-CHIMIE. — *C. Marie* et *P. Jacquet* (prés par M. G. Urbain). — **Sur les propriétés hygroscopiques et catalytiques du cuivre électrolytique gélatiné.**

Il semble que c'est aux propriétés hygroscopiques que sont dues la fragilité des dépôts après dessiccation et tendance à s'enrouler si le support (lame de platine) est suffisamment mince.

Les propriétés hygroscopiques et catalytiques montrent la grande porosité des dépôts de cuivre obtenus en présence de gélatine. La finesse des grains que révèle l'examen aux rayons X doit intervenir en outre en ce qui concerne l'action catalytique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *L. Guillet*, *Galibourg* et *Ballay*. — **Sur les points critiques et la trempe martensitique des fontes au nickel et au nickel-chrome.**

Le silicium élève la température de transformation et augmente la vitesse critique de trempe; il diminue l'aptitude à la trempe martensitique et l'aptitude à la trempe primaire. Entre 0,20 et 0,65 pour 100 Mn

abaisse légèrement la température de transformation; Ni abaisse la température de transformation et la vitesse critique de trempe; Cr ajouté à une fonte au nickel diminue la vitesse critique de trempe et a une forte influence sur la trempe secondaire : par conséquent il augmente la pénétration de trempe martensitique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *J. Léry* et *J. Sfiras* (prés. par M. Béhal). — **Sur le passage d'un cycle en C^6 à un cycle en C^5 avec transposition moléculaire par isomération des oxydes de phénylcyclohexène et du phényl-1-méthyl-4-cyclohexène.**

L'isomérisation de l'oxyde de phénylcyclohexène et de son homologue fournit pour chaque oxyde deux produits oxygénés isomères, l'un cétonique obtenu sans transposition moléculaire, l'autre aldéhydique qui résulte d'une tranposition moléculaire dont on connaît déjà quelques exemples et qui comporte le passage du cycle en C^6 en un cycle en C^5.

— *A. Marty* (prés. par M. Paul Sabatier). — **Sur l'hydrogénation des éthers oxydes.**

L'auteur a étudié l'hydrogénation de l'oxyde d'éthyle, des oxydes mixtes phénylalcooliques et de l'oxyde de phényl. Il a opéré sous pression réduite dans le but d'obtenir, avec une température convenable, l'hydrogénation du noyau.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *J.-O. Haas* et *C.-R. Hoffmann.* — **La situation géothermique du bassin pétrolifère de Péchelbronn.**

Les auteurs font remarquer que l'augmentation de la température vers le milieu du Fossé Rhénan coïncide avec la diminution des dépôts conglomératiques et sableux qui sont graduellement remplacés par des dépôts marneux, très finement lités et souvent bitumineux. Ils supposent que ces marnes sont moins bonnes conductrices de la chaleur, ce qui reste à vérifier. En tout cas, dans le bassin de Péchelbronn on ne peut pas expliquer les élévations de température par la présence d'accumulations d'huile.

LITHOLOGIE. — *Paul Corbin* et *Nicolas Oulianoff* (prés. par M. Pierre Termier). — **Métamorphisme de contact produit par la protogine du Mont-Blanc.**

Cette zone de contact éruptif comprend trois sortes de métamorphisme. La comparaison de la composition des enclaves schisteuses de l'intérieur du massif granitique avec celle des schistes cornés de la zone du métamorphisme de contact est très instructive. Ce sont les mêmes roches, le même genre de cornes, montrant des variations identiques de leur composition minéralogique et la même grosseur de grain.

Cette ressemblance pétrographique est d'ailleurs en parfait accord avec les résultats des recherches précédentes de MM. Corbin et Oulianoff qui ont montré que les traînées d'enclaves ne sont que les traces des fonds des anciens synclinaux que le magma granitique n'a pu digérer entièrement.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *M. Bridel, C. Charaux* et *G. Rabaté* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur l'améliaroside, nouveau glucoside de l'écorce de l'*Amelanchier vulgaris* Mœnch**

Le glucoside de l'*Amelanchier vulgaris* Mœnch existe dans l'écorce qui en fournit, à l'état sec, 10 grammes par kilogramme. L'améliaroside, cristallisé dans l'eau et séché à l'air, se présente en petits prismes allongés; il possède une saveur amère, il renferme 4,54 pour 100 d'eau et fond, au bloc Maquenne, à +195°. Il est lévogyre, $\alpha = -86°56$ (anhydre). En solution aqueuse, il donne, par le perchlorure de fer dilué, une coloration violette peu intense. Il est hydrolysé par l'acide sulfurique à 3 pour 100, à +100° et par l'émulsion.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Lucien Daniel* (prés. par M. P.-A. Dangeard). — **Sur la formation des thylles chez les plantes greffées.**

Le phénomène exposé dans cette Note consiste dans l'apparition anormale de thylles, à la suite du greffage d'espèces différentes de Solanées placées sur un même hypobiote, la Tomate, et dans leur répartition au niveau du bourrelet d'union et chez chaque conjoint.

PHYSIOLOGIE. — *Mme L. Randoin* et *R. Lecoq* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sur les vitamines hydro-solubles du groupe B. Existence probable d'un facteur thermostable et alcalinostable nécessaire à la vie.**

Ni la terre à foulon activée par fixation de la vitamine antinévritique proprement dite, ni l'extrait de levure autoclavé en milieu alcalin, ne sont capables de prolonger sensiblement la vie de Pigeons soumis à un régime privé de vitamines B. Mais, fait remarquable, en employant le mélange des deux produits, on constate que la durée de la survie est considérablement augmentée.

L'extrait E, c'est-à-dire l'extrait de levure de bière privé du facteur antinévritique, contiendrait donc, non seulement la vitamine dite d'utilisation nutritive (thermolabile), mais encore le facteur thermostable.

ÉLECTRICITÉ PHYSIOLOGIQUE. — *Georges Bourguignon* et *André Walter* (prés. par M. d'Arsonval). — **Simplifications techniques de la mesure de la chronaxie chez l'homme avec les condensateurs: Présentation de l'appareillage.**

L'appareillage décrit dans cette Note rend la mesure de la chronaxie chez l'homme plus sûre et plus rapide; on peut dans le même temps faire à peu près deux fois plus de mesures qu'avec les anciens dispositifs, avec une approximation au moins égale. Son maniement plus simple permet de se familiariser plus promptement avec la méthode et contribuera à sa généralisation.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *A. Gourévitch* (prés. par M. C. Matignon). — **L'action dynamique spécifique chez les Blattes.**

L'ingestion de sucre par les blattes n'augmente que peu (ou même peut-être pas du tout) la consommation d'O^2. La nourriture protéique, par contre, augmente notablement (de 40 pour 100 environ en moyenne), les échanges gazeux de ces animaux; cette augmentation semble bien ne pouvoir être due qu'à l'action dynamique spécifique.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Marcel Avel* (prés. par M. Caullery). — **La castration, chez les Lombriciens, n'empêche pas l'évolution des caractères sexuels secondaires, anatomiques et physiologiques.**

L'évolution des caractères sexuels secondaires anatomiques, l'ardeur génitale et la possibilité de s'accoupler ne sont pas, chez les Lombriciens, sous l'influence des organes génitaux (testicules, ovaires), ni de leurs annexes directes (vésicules ovariennes, vésicules séminales). L'indépendance des caractères sexuels secondaires et des cellules germinales, déjà établie pour les vertébrés et les insectes, pourrait donc bien être générale chez les animaux.

BACTÉRIOLOGIE. — *G. Guittonneau* (transm. par M. Linder). — **Sur un bacille sporulé thermophile fonctionnant comme ferment lactique.**

Cette espèce a été isolée pour la première fois de boue de Dax préalablement maintenue à 68-70° pendant plu-

sieurs jours. Pour rappeler cette origine, l'auteur propose de lui donner le nom de *Thermobacillus tarbellicus* (lors de l'invasion romaine, la région de Dax était occupée par les Tarbelles).

Les cultures sur l'artichaut présentent au bout de 36 heures une coloration vert foncé analogue à celle que donne le *B. coli*. C'est dans ces cultures que l'auteur a pu suivre le plus commodément la formation de spores ovoïdes qui atteignent à maturité 1 μ de long sur 1 μ 3 de large, chacune d'elles apparaissent à l'extrémité légèrement renflée d'un article dont la longueur ne dépasse guère 4 à 5 μ.

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *G. Marinesco* (prés. par M. Roux). — **Du rôle de l'autolyse dans la pathogénie de la maladie de Charcot.**

Dans la grande majorité des cas de cette affection, on ne trouve pas dans les antécédents des malades une relation de cause à effet entre une infection et la sclérose latérale amyotrophique. L'inoculation de moelle de sclérose latérale amyotrophique, recueillie aseptiquement chez deux singes, pratiquée sous la dure-mère est restée sans effet. Aussi faut-il chercher la cause de cette maladie mystérieuse dans l'organisme lui-même, c'est-à-dire qu'on doit considérer la maladie de Charcot comme une maladie endogène.

P. GUÉRIN.

Séance du 9 juillet.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *de Possel* (prés. par M. Hadamard). — **Sur le prolongement des surfaces de Riemann.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *H. L. Selber* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur le théorème de M. Picard.**

— *R. Tambs Lyche* (prés. par M. Emile Borel). — **Les fonctions limites d'une fonction à centre.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *H. Jonas* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur les transformation des surfaces intégrales de l'équation aux dérivées partielles** $S^2 - rt = (p\,q)^2$

GÉOMÉTRIE ALGÉBRIQUE. — *G. Nicoladzé.* — **Sur les configurations de l'espace ordinaire.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *P. Dive* (prés. par M. Hadamard). — **Généralisation du théorème de Stokes sur les figures d'équilibre.**

MAGNÉTISME. — *A. Cotton.* — **Le grand électro-aimant de l'Académie des sciences.**

L'auteur annonce à l'Académie l'installation définitive du grand électro-aimant construit à l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions. (Nous avons donné un extrait de la Communication de M. Cotton dans le n° précédent, page 443).

GÉODÉSIE. — *P. Helbronner.* — **Sur la mesure de l'arc de méridien des Alpes françaises.**

L'arc étudié s'étend depuis la position de Médenine, extrémité Sud de la Méridienne de Gabès, dont la latitude est 33° 22' 28'', à la position Fugleness, appartenant au réseau primordial de Norwège et dont la latitude s'élève à 70° 40' 11'' 23. Son amplitude atteint donc 37° 17' 43''. Il a été décompsé en 31 segments, limités par celles des déterminations astronomiques que l'auteur a retenues à l'effet d'établir les relais de comparaison. La série des segments est résumée dans un tableau. La longueur totale des 31 segments est de 4.150 kilomètres.

ÉLECTRONIQUE. — *S. Szczeniewski* (prés. par M. M. de Broglie). — **Sur la réflexion des électrons.**

Les expériences ont porté sur la réflexion des rayons cathodiques par une surface de clivage d'un cristal de bismuth pour trois valeurs du potentiel accélérateur V et pour différents angles d'incidence du faisceau électronique. Les électrons étaient émis par un ruban de tungstène chauffé électriquement. Un cylindre de Faraday monté convenablement, permettrait de recevoir la charge transportée par les électrons diffusés dans des directions déterminées. Le vide était fait à l'aide de condensation de mercure dont les vapeurs étaient arrêtées par des pièges à neige cathodique.

Les expériences semblent confirmer les prévisions théoriques.

OPTIQUE. — *G. Landsberg* et *L. Mandelstam* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur des faits nouveaux relatifs à la diffusion de la lumière dans les cristaux.**

Les auteurs ont décrit (mai 1928) dans un autre recueil un effet nouveau observé en étudiant le spectre de la lumière diffusée par certains cristaux transparents. En poursuivant leurs recherches sur la lumière diffusée par le quartz et le spath d'Islande ils ont trouvé de nouveaux résultats qu'ils exposent dans la présente Note.

— *G. Simon* (prés. par M. A. Cotton). — **Production do réseaux par photographie.**

L'auteur s'est proposé de juxtaposer sur la même plaque photographique deux ou plusieurs copies d'un même réseau gravé sur verre de façon à constituer un réseau unique; le raccordement doit être fait avec une grande précision. Dans le cas étudié (réseau de Brunner au $\frac{1}{200}$ de millimètre), les méthodes interférentielles suffisent pour mesurer le déplacement. L'auteur a également obtenu des réseaux par photographie directe de franges rectilignes et équidistantes; celles-ci sont fournies par réflexion d'un faisceau parallèle sur un miroir plan (franges de Loyd), la radiation utilisée est l'indigo du mercure ($\lambda = 0\ \mu\ 436$), pour laquelle on sensibilise au maximum la plaque photographique.

ÉLECTROCHIMIE. — *G. Rapin* (transm. par M. P. Sabatier). — **Préparation électrolytique directe du permanganate de potasse.**

Dans cette Note, l'auteur expose les premiers résultats qu'il a obtenus dans la préparation électrolytique directe du MnO^4, à partir du silico-manganèse commercial. Ces recherches sont faites dans le but de trouver un procédé pratique susceptible d'application industrielle.

RADIOACTIVITÉ. — *P. Bonet-Maury* prés. par M. Jean Perrin). — **Sur la vaporisation dans le vide, du polonium.**

Le principe de la méthode est celui-ci : la durée d'une expérience est partagée en huit intervalles de temps t_1, t_2, ... t_8 dont la grandeur est fixée par des essais préliminaires. En condensant le polonium vaporisé sur huit parois froides identiques, successivement amenées en face de la source et respectivement fixées dans cette position pendant t_1, t_2, ... t_8 secondes, on peut mesurer la quantité de polonium volatilisé durant chacun des huit intervalles. Avec les huit nombres ainsi obtenus, on calcule huit points de la courbe liant au temps t la quantité totale du polonium évaporé et l'expérience montre que les huit points ainsi déterminés permettent de tracer cette courbe avec une précision satisfaisante.

CHIMIE PHYSIQUE. — *A. Boutaric* et *E. Bonès* (transm.

par M. Ch. Moureu). — **Sur les phénomènes de teinture des granules colloïdaux.**

Les auteurs ont recherché si les colorants, dits vitaux, qui teignent les cellules vivantes, ne se fixeraient pas également sur les granules à l'état de sole. Ils ont constaté que l'adsorption des matières colorantes est toujours plus faible sur les granules à l'état floculé. Les granules d'un colloïde à l'état de sole, se comportent comme les cellules vivantes en ce qui concerne l'adsorption qu'ils exercent sur les matières colorantes; ils ne fixent pas les colorants ordinaires et se teignent sous l'action des colorants vitaux. Les floculats colloïdaux se comportent comme les cellulles mortes et fixent tous les colorants, vitaux ou non.

— *N. Thon* (prés. par M. Perrin). — **Influence des électrolytes sur la vitesse de cataphorèse et relations entre le potentiel électrocinétique et le potentiel électromoteur de l'or.**

Ces recherches ont mis en évidence l'action séparée et antagoniste sur le potentiel électrocinétique des cations et des anions, relient l'action des premiers à leur tension de dissolution et rendent plausible l'hypothèse que l'effet des seconds provient d'une modification du potentiel électromoteur de la paroi métallique.

— *Ch. Quillard* (prés. par M. Breton). — **Contribution à l'étude de la réactivité des combustibles. Méthode de mesure de la vitesse de propagation de la combustion.**

Ces recherches ont eu pour but de montrer que la vitesse de propagation de la combustion active sous forme ignée, dans une colonne de combustible, pouvait constituer une caractéristique de ce combustible, d'une mesure facile et en relation directe avec sa manière de se comporter dans un gazogène. Les mesures indiquent que les vitesses de propagation de la combustion sont très différentes suivant les combustibles et qu'il n'y a pas de relation, quant à présent, entre la température d'inflammation et ces vitesses.

CHIMIE MINÉRALE. — *C. Noir* et *Tchéng-Datchang* transm. par M. Urbain). — **Sur la préparation du cyanogène par voie humide.**

Les auteurs ont repris les expériences de Jacquemin et celles de Ricca dont les méthodes leur ont semblé imparfaites. Les chiffres qu'ils ont obtenus sont notablement différents. Ils proposent pour l'obtention du cyanogène de préparer directement du cyanure cuivreux en faisant agir le cyanure de potassium sur une solution de sulfate de cuivre en faisant préalablement réduire par du bisulfite de soude; on filtre et on lave le cyanure de cuivre précipité, puis on l'oxyde par le chlorure ferrique en chauffant pour terminer la réaction. Le cyanogène obtenu est exempt de gaz carbonique et le rendement est sensiblement théorique.

CHIMIE THÉORIQUE. — *M. Montagne* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Nouvelles recherches relatives à l'action des dérivés organo-magnésiens sur quelques dialcoylamides grasses.**

Ces recherches ont conduit l'auteur à une réaction nouvelle qui réalise dans la série grasse, une condensation analogue à la réaction de Friedel; fixation du radical d'un halogène sur un carbure, qui a toujours nécessité jusqu'ici l'emploi d'un carbure aromatique. La généralité de cette réaction, reconnue en ce qui concerne les différents halogénures d'alcoyles susceptibles d'être utilisés, en fait un moyen de synthèse intéressant pour l'obtention de bases ternaires à chaîne ramifiée, possédant un carbone asymétrique et dont l'une des ramifications peut être aussi longue que l'on veut.

— *M. Séon* (transm. par M. Paul Sabatier). — **Contribution à l'étude de l'action de l'acide bromhydrique gazeux sur les éthers-sels d'acides organiques à la pression ordinaire.**

Les éthers-sels étudiés se dédoublent d'une manière parfaitement nette, en acide et éther bromhydriques. Ce sont aussi ceux qui, sous l'action de la potasse, se décomposent d'une manière constante. Seul, le dédoublement des éthers phényliques par l'acide bromhydrique n'a pas lieu; une fois de plus, le phénol caractérise bien une fonction spéciale.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *M. Brutzkus* (prés. par M. C. Matignon). — **Synthèse des corps organiques et de l'ammoniaque en partant de gaz à l'eau sans emploi de catalyseurs.**

Le meilleur moyen de réaliser des réactions chimiques entre gaz et entre gaz et liquides est de les effectuer dans des compresseurs, car on peut ainsi varier facilement la pression, la température et les concentrations. Les variations continues et simultanées de ces facteurs d'équilibre chimique peuvent remplacer l'action des catalyseurs.

L. Franchet.

LITHOLOGIE. — *J. Tomitch.* — **Sur une série de laves de la Serbie méridionale.**

Ces roches forment une série qui comprend des *latites* renfermant ou non de la silice libre, un *basalte shoshonitique* (*absarokite*) et une roche leucitique, la *kajanite*. Elles sont caractérisées : 1° par la présence constante de la biotite intratellurique; 2° par l'absence de phénocristaux de feldspaths. Elles montrent quelque analogie avec celles des Champs Phlégréens, mais elles en diffèrent par l'absence de phénocristaux de feldspaths et de phénomène d'autopneumatolyse, si caractéristiques de ces dernières roches.

GÉOLOGIE. — *Y. Milon* et *L. Dangeard* (prés. par M. L. Cayeux). — **Sur l'importance des phénomènes de solifluction en Bretagne pendant le Quaternaire.**

Les phénomènes de solifluction, dont le rôle actuel paraît presque nul, se sont produits en Bretagne avec une grande intensité à certaines périodes du Quaternaire. Il en est résulté une érosion considérable et l'accumulation de dépôts importants qui s'observent en place ou à l'état remanié, le long des côtes et dans les vallées de l'intérieur. L'action récente des agents d'érosion n'a pu qu'estomper sans les effacer les traits caractéristiques de ces phénomènes.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Clémencet* (prés. par M. P. A Dangeard). — **Recherches sur le développement du périthèce dans le genre *Elaphomyces*.**

La formation des asques ne semble pas très précoce. Ces asques sont très fugaces et très tôt la gléba ne forme plus qu'une masse pulvérulente où les spores sont mêlées aux filaments de l'hyménium et aux hyphes ascogènes non encore développés. Ces deux catégories de filaments constituent ce qu'on a appelé le capillitium. Les asques ne se développent pas simultanément et un certain nombre d'ascospores n'arrivent pas à maturité.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *R. Milovidov* (prés. par M. Molliard). — **Sur la constitution chimique des chondriosomes et des plastes chez les végétaux.**

Les réactions des protides sont les mêmes pour les chondriosomes des végétaux inférieurs (*Saprolegnia*), pour les chondriosomes destinés à se transformer en plastes des végétaux supérieurs (*Elodea*) et pour les plastes différen-

ciés des cellules adultes (*Tradescantia*). En ce qui concerne les réactions des protides, il n'existe donc aucune différence essentielle entre ces diverses catégories d'éléments mitochondriaux chez les végétaux et chondriosomes animaux.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Raymond-Hamet* (prés. par M. P. A. Dangéard). — **Sur l'identité de la yohimbine et de la québrachine.**

Les acides yohimbique et québrachique possèdent tous deux le même point de fusion : 259°-260°. La yohimbine et la québrachine ont aussi le même pouvoir rotatoire.

Au point de vue physiologique, la dose léthale pour le cobaye est la même avec le chlorhydrate de yohimbine et le chlorhydrate de québrachine. La québrachine possède comme la yohimbine la propriété de paralyser le système nerveux sympathique. A tous égards, la yohimbine est donc réellement identique à la québrachine.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Henri Marcelet* (prés. par M. C. Matignon). — **Présence d'un acide gras, non encore observé, dans une huile de poisson.**

L'acide retiré de l'huile de *Dorosoma nasus* est un produit défini et non un mélange. Aucun acide gras répondant à sa formule n'ayant été trouvé dans une huile animale, l'auteur propose, pour rappeler son origine, de le nommer *acide dorosomique*. Ses propriétés et sa formule globale le font beaucoup rapprocher de l'acide daturique découvert par E. Gérard dans l'huile de semences de *Datura Stramonium*.

— *Mme L. Randoin* et *Mlle A. Michaux* (prés. par M. E. Leclainche). — **Variations comparatives de la teneur du foie et de la rate en eau, acides gras et cholestérol, chez le Cobaye normal et chez le Cobaye soumis à un régime prive de vitamine antiscorbutique.**

Chez le cobaye normal, de poids moyen, le foie contient, en moyenne, 0 gr. 21 de cholestérol pour 100 gr. d'organe frais; il renferme de 1 gr. 81 à 2 gr. 26 d'acides gras et de 72 gr. 5 à 74 gr. 6 d'eau pour 100 grammes. Lorsque le Cobaye ne reçoit pas de vitamine antiscorbutique, le taux du cholestérol semble s'élever quelque peu à la fin de la maladie. La teneur en acides gras s'accroît nettement, atteignant 3 gr. pour 100 pendant la dernière période.

Durant le scorbut aigu, au bout d'un certain temps, la rate augmente de volume et de poids.

De toutes les variations observées, en définitive assez peu accentuées, il résulte cependant que le coefficient lipocytique est moins élevé que dans le cas des animaux recevant le régime artificiel complet.

PARASITOLOGIE VÉGÉTALE. — *A. Paillot* (prés. par M. P. Marchal). — **Importance relative des facteurs divers contribuant à limiter l'extension de la Pyrale du Maïs dans l'Est de la France.**

Parmi les causes naturelles de destruction de la Pyrale du maïs, le rôle frénateur le plus efficace est joué par les Insectes parasites et les prédateurs. L'influence des microorganismes parasites peut être considérée en effet comme très secondaire. Parmi les Insectes parasites, l'auteur cite l'*Eulimneria crassifemur* Thoms et le *Microbracon brevicornis* Wesm. Comme Insectes frénateurs, il y a lieu de signaler le rôle que peuvent jouer les larves d'Hémérobes et les Fourmis.

MÉDECINE. — *Y. Manouélian* et *J. Viala* (prés. par M. Roux). — **Neurones virulents et canaux excréteurs des glandes salivaires.**

La virulence de la salive sous-maxillaire au cours de la rage, dans les expériences de Rabieaux, serait, d'après les auteurs, d'origine nerveuse.

— *S. I. Zlatogoroff* (prés. par M. Roux). — **De l'étiologie de la scarlatine.**

Le virus obtenu après filtration du mucus lingual et buccal prélevé chez des scarlatineux ne contient pas de streptocoques. Ce filtrat exerce une action particulière sur le streptocoque, si bien que ce dernier, non toxique au début, acquiert des propriétés toxiques; de plus, sous l'influence du filtrat, il se comporte autrement au point de vue de l'agglutination et de la réaction de Bordet-Gengou.

Les faits montrent que le filtrat réactive les streptocoques et produit des changements caractéristiques dans l'organisme de l'animal inoculé.

L'auteur est parvenu à cultiver les « diploformes » observés dans les cultures de filtrat. Il estime que la culture qu'il a obtenue et que le virus filtrant sont divers stades de développement du même organisme, étant donné que l'on obtient la culture uniquement lorsqu'on ensemence le milieu avec le virus filtrant non chauffé.

P. Guérin.

NOUVELLES

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — L'emploi de chef de travaux de Mécanique physique est supprimé et remplacé par une Maîtrise de Conférences.

— *Faculté de Médecine.* — L'Ecole de puériculture, fondée par l'Association pour le développement de l'hygiène maternelle et infantile, est rattachée à la Faculté sous le titre d'Ecole de puériculture de la Faculté de Médecine de Paris.

Collège de France. — M. Fauré-Fremiet est nommé Professeur d'embryogénie comparée en remplacement de M. Henneguy décédé.

Conseil supérieur des Recherches agronomiques. — Le nombre des membres du Conseil supérieur des Recherches scintifiques agronomiques est porté de 30 à 31.

Le nombre de ces membres nommés sur la proposition du Ministre des Finances est porté de 1 à 2.

Institut des Recherches agronomiques. — Le nombre des membres du Conseil d'administration de l'Institut des Recherches agronomiques est porté de 10 à 11.

Ce Conseil comprend les 2 membres du Conseil supérieur des Recherches scientifiques agronomiques nommés sur la proposition du Ministre des Finances.

Les dispositions contraires du décret du 4 mars 1926 sont abrogées.

Conservatoire national des Arts et Métiers. — *Laboratoire d'essais.* — Les physiciens et chimistes sont recrutés par voie de concours. Le programme et les modalités du concours sont fixés par arrêté du Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts après avis du Conseil d'administration du Conservatoire national des Arts et Métiers.

Les candidatures féminines peuvent être agréées dans les mêmes conditions que celles des hommes.

Ces dispositions modifient le décret du 29 mai 1920 et celui du 2 juin 1927.

Université de Toulouse. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — M. Moog, Agrégé, est nommé Professeur de chimie et toxicologie.

Université de Bordeaux. — *Faculté mixte de Medecine et de Pharmacie.* — L'emploi de chef de travaux pratiques de médecine opératoire est supprimé.

Université de Montpellier. — *Faculté de Médecine.* — M. Margarot, Agrégé, est nommé Professeur de dermato-syphiligraphie, chaire nouvellement créée.

Université de Lyon. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — Le titre de la chaire ci-après désignée est modifié ainsi qu'il suit :

Ancien titre	Nouveau titre
Thérapeutique, hydrologie et climatologie (M. Savy, titulaire).	Thérapeutique.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Statistique mathématique, par G. Darmois. — In-16 de 363 pages, avec 29 figures dans le texte. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 32 francs.

Ce volume réunit les leçons professées par M. Georges Darmois à l'Institut de Statistique de l'Université de Paris. Après avoir rappelé les points essentiels du calcul des probabilités (dans un exposé très judicieusement allégé par l'appel à la notion de *fonction caractéristique*), l'auteur développe les méthodes statistiques proprement dites.

Comme le constate M. Huber, nous manquions dans cette branche d'ouvrages français. Celui de M. Darmois, qui a su concilier la simplicité et la rigueur, vient combler cette grave lacune, à l'heure, où la physique corpusculaire, les sciences biologiques et psychologiques, les sciences économiques et sociales font à la théorie des probabilités un appel chaque jour plus pressant.

G. Bouligand.

Questions d'arithmétique, par M. B. Niewglowski, Inspecteur général honoraire de l'Inst. Publ. In-8° de 225 pages. Vuibert, éditeur, Paris.

Ce petit livre, où l'Auteur a eu le talent d'entremêler le plaisant à l'utile, constitue une excellente initiation aux questions les plus classiques de la théorie des nombres : résolution d'équations en nombres entiers, divisibilité et diviseurs communs, nombres parfaits, progressions, résidus quadratiques, théorèmes de Fermat et de Wilson, équation de Pell, etc. Ailleurs, cela est souvent exposé d'une manière aride : ici, par contre, on est mis à l'aise du commencement à la fin et on a l'impression d'un ensemble de « *jolies questions* ». Aussi, sans ombre d'exagération, est-il permis d'espérer que cet ouvrage remontera puissamment, au sein des jeunes générations mathématiciennes, les actions, souvent un peu basses, de la théorie des nombres.

G. Bouligand.

Traité de balistique extérieure, par l'Ingénieur général P. Charbonnier, Inspecteur général de l'artillerie navale. Tome II : *Balistique extérieure rationnelle.* In-8° de 800 pages avec figures. Doin et Gauthier-Villars, éditeurs, Paris.

La difficulté présentée par l'intégration complète des équations de la balistique extérieure, lorsque la loi F (v) de la résistance de l'air est quelconque, a provoqué des tentatives de deux sortes :

1° On cherche des formes particulières de F (v) propres à faciliter le problème.

2° Moyennant des conditions initiales convenables, on s'attache à développer en série les fonctions représentant la solution.

On trouvera dans le tome II du traité de Balistique extérieure de M. l'Ingénieur général Charbonnier un exposé clair et documenté des travaux se rattachant à ces deux ordres d'idées. Le premier se trouve synthétisé, dans le livre V, consacré à la résistance monôme, tandis que le second, d'importance plus considérable, fournit la matière des livres VI, VII, VIII, qui traitent respectivement du Tir de Plein Fouet, des Séries balistiques, et du Calcul des Trajectoires par arcs successifs.

L'ouvrage, qui constitue un exposé d'ensemble des résultats acquis à la Science balistique, fait place à des théories nouvelles, peut-être encore éloignées des applications, mais où les artilleurs de demain auront certainement à puiser.

G. Bouligand.

De la résistance de l'air au mouvement des projectiles, par le Colonel Grouard. — In-8° de 90 pages avec croquis dans le texte. Berger-Levrault, éditeur, Paris, 1928.

Ce livre se rapporte aux phénomènes complexes auxquels donne lieu la résistance opposée par l'atmosphère au mouvement des projectiles. En balistique extérieure, on considère le plus souvent le projectile comme un point matériel soumis à deux forces, la pesanteur et la résistance du milieu, celle-ci étant tangentielle et en sens inverse du mouvement : on trouve alors une trajectoire plane ; mais en fait, le projectile sort du plan de tir, subissant le phénomène connu sous le nom de *dérivation*. Pour en obtenir une théorie satisfaisante, il faut tenir compte de la modification apportée à la loi de résistance par la rotation du projectile : c'est l'*effet Magnus*. Après en avoir analysé les modalités et signalé les erreurs fréquemment commises en cette matière, l'auteur reprend, dans un exposé complété par des considérations historiques et critiques, l'étude du problème de la dérivation pour diverses formes de projectiles. Les conclusions auxquelles il aboutit paraissent montrer l'opportunité que présenterait une étude mathématique un peu serrée de ces questions.

G. Bouligand.

The Theory of Integration, par L. C. Young. — In-8° de 53 pages avec figures (*Collection des Cambridge Tracts in Mathematics*). Cambridge University Press. — Prix : 5 sh.

Ce petit livre expose, avec une simplicité et une clarté rarement égalées, une théorie extrêmement générale de l'intégartion, applicable indifféremment aux fonctions d'une ou de plusieurs variables. Basée sur un processus de majoration et de minoration, cette théorie assigne un rôle essentiel aux suites monotones de fonctions et s'applique à l'ensemble des fonctions susceptibles d'être engendrées par de telles suites, ensemble qu'on peut subdiviser en classes rappelant celles de Baire, et qui épuise celui des fonctions représentables analytiquement.

Dans cette voie, extrêmement élémentaire, et qui atteint les mêmes buts que la théorie de M. Lebesgue, il semble possible de guider avec un réel profit ceux-là mêmes qui entreprennent, en vue de la licence, l'étude du calcul intégral. Cela me paraît fort désirable, et s'impose même avec urgence, si nous voulons conserver à notre enseignement de l'analyse mathématique sa place dans le monde.

G. Bouligand.

L'aviation actuelle, par A. Toussaint, Directeur de l'Institut aérotechnique de Saint-Cyr. In-16 de 315 pages, avec 99 figures. F. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 15 fr.

Le livre de M. Toussaint présente de la manière la plus fidèle l'état actuel de l'aérotechnique. Les deux premiers chapitres traitent des problèmes généraux, dont les directives principales sont : la diminution des résistances à l'avancement, le perfectionnement des voilures sustentatrices, l'étude des organes de stabilité et de propulsion. Le chapitre III s'occupe des essais, au laboratoire ou à l'aérodrome. Le chapitre IV fait un tableau de l'aviation actuelle en général et de l'aviation militaire en particulier ; il donne d'importantes précisions sur l'augmentation des performances de montée et de vitesse par l'emploi de moteurs suralimentés ; on juge ainsi des possibilités de l'avenir. Enfin, le chapitre V traite des problèmes concernant la sécurité.

Ce travail d'ensemble pour lequel, suivant M. Ch. Maurain « M. Toussaint était particulièrement qualifié », sera un précieux auxiliaire entre les mains de ceux qu'intéressent la technique et les progrès de l'aviation.

G. Bouligand.

La Science Egyptienne. L'Arithmétique au Moyen Empire, par O. Gillain avec une préface de H. Bosmans. S. J. In-4° de 325 pages. Bruxelles, Edition de la fondation égyptologique « Reine Elisabeth », 1927. — Prix :

On sait jusqu'à présent peu de chose sur la place que les préoccupations mathématiques tinrent dans l'activité de l'ancienne Egypte. En l'absence d'une documentation suffisante, les uns en sont restés à admettre l'absence totale d'une science organisée, tandis que les autres se sont ingéniés à représenter les constructeurs des Pyramides comme les détenteurs d'un savoir élevé, disparu au cours des bouleversements historiques.

Entre ces deux courants opposés, M. O. Gillain a pris une attitude intermédiaire fort sage. Son œuvre, qui n'est pas seulement celle d'un agréable écrivain, mais qui émane d'un profond philosophe, est entièrement consacrée à la critique des documents, peu nombreux d'ailleurs, que nous possédons, et dont le principal est le fameux papyrus acheté jadis en Egypte par l'Anglais Rhind, dont il porte le nom ; déjà traduit et commenté par plusieurs historiens des mathématiques, dont Eisenlohr (1877) et plus récemment M. T. Eric Peet (1923), ce vestige de l'activité égyptienne nous reporte environ à 1700 ans avant Jésus-Christ. « Malgré ses lacunes et ses défauts, il donne une idée exacte de l'enseignement élémentaire des mathématiques dans l'Egypte ancienne ; il permet de reconstituer les méthodes principales d'une arithmétique et d'une géométrie usuelles. » Et l'auteur ajoute : « Ce que fut la Science au temps glorieux du règne des Pharaons, nul ne l'a mieux su que les scribes dont l'archéologie nous a fait connaître les écrits, humbles ouvrages, au surplus, qui n'étaient destinés à survivre aux siècles que dans le silence des tombeaux fermés à jamais ; ce qu'ils disent n'est point pour la postérité, mais nous pouvons les interroger à la lumière de la mathématique éternelle ! »

Déterminer les règles formelles susceptibles d'être clairemnt codifiées, analyser et comparer les méthodes opératoires, en surprendre tout à coup l'esprit par des remarques faites, toujours avec beaucoup d'à propos, sur des détails non perceptibles à des regards profanes, voilà ce que M. Gillain a su faire avec un magistral talent.

Je résume à grands traits les résultats essentiels. Les Egyptiens utilisent déjà la numération décimale, avec un instrument graphique, moins maniable, il est vrai. Malgré cela, ils ont si habilement manœuvré cet outil que la possibilité subsiste souvent de discerner, sous l'écrit, la pensée. Leurs règles de calcul ne diffèrent guère des nôtres que dans la lettre. Ainsi l'Egyptien sait additionner les fractions en réduisant les termes de la somme à un dénominateur commun. Une différence se présente seulement dans le choix de ce dénominateur ; au lieu de prendre, comme nous, le plus petit commun multiple des dénominateurs, ils adoptent le dénominateur le plus grand, ce qui introduit des numérateurs, sommes d'un entier et d'une fraction. On voit par là l'importance accordée aux fractions dans le calcul et on s'explique le recours aux tables de fractions, très fréquentes dans les papyrus. Citons encore le rôle prépondérant de la *duplication* dans la multiplication et de l'opération inverse (ou *dimidiation*) dans la division. Rappelons enfin que la division de 2 par un entier est un rouage capital du calcul.

Mais ce n'est point ici le lieu d'entrer dans des détails dont l'aridité contrasterait singulièrement avec la vie que M. Gillain a fait jaillir des papyrus, nous montrant le calculateur à l'œuvre. Le point important est d'indiquer la position prise vis-à-vis des théoriciens qui ont voulu tantôt assimiler certains problèmes du papyrus Rhind à des exercices d'algèbre... tantôt y voir un raisonnement basé sur les proportions. Des tendances aussi marquées ne sont admises qu'en partie par M. Gillain, qui pense notamment que la notion de proportion ne ressort pas nettement des documents qu'il a examinés. L'Egyptien a par contre utilisé la règle de trois, le principe de fausse position et la division directe. Mais de là à introduire l'algèbre, subsiste tout un abîme et l'apparition occasionnelle de progressions n'indique pas d'une manière suffisante qu'il ait été comblé.

Et pour conclure, l'auteur émet l'opinion que le papyrus Rhind, qui n'est pas un manuel est pourtant fait sur le modèle d'un traité didarctique : « c'est l'ouvrage d'un homme dont les souvenirs d'école sont restés assez vivaces pour qu'ils aient pu être réunis en un ensemble coordonné ; ouvrage imparfait où le maître absent n'a plus qu'une influence lointaine et où l'ordre règne au milieu du désordre. »

Ainsi pourrait-on concilier l'existence d'une doctrine constituée, ayant eu cours en Egypte (et qui, sans être plus qu'une physique des nombres, avait cependant des règles bien établies) avec la présence, dans le papyrus, de maladresses parfois insignes.

Dans son introduction, qui fait suite à la belle préface de M. H .Bosmans, l'auteur se défend d'avoir voulu apporter une contribution à l'égyptologie proprement dite. En tous cas, il a puisé aux sources les plus variées de la pensée, et son œuvre acquiert par là un caractère qui sera assurément fort goûté des lecteurs. G. Bouligand.

L'Harmonisme, par Louis Prat. — In-16 de 188 pages Editions Radot, Paris. — Prix : 9 francs.

Recueil de pensées détachées roulant sur les sujets les plus divers mais réunies entre elles par ce fil commun : l'admiration pour Charles Renouvier, dont M. Prat fut le confident et dont il est resté le disciple fidèle. Et ce sont les grands thèmes renouviéristes qu'on trouvera ici, rapidement esquissés ou illustrés de quelques exemples saisissants, et subordonnés à l'idée centrale de l'harmonisation des volontés dans la paix universelle. R. T.

Le Gérant : M. Hédan.

Imp. P. et A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 16 — 66e ANNÉE — 25 AOUT 1928

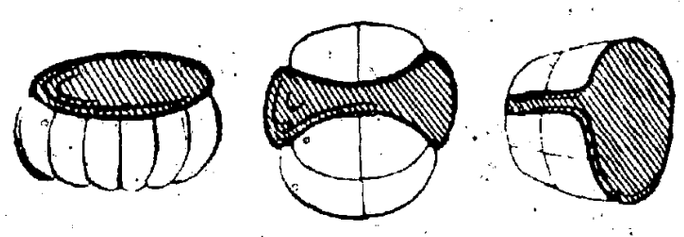
LES ENCHAINEMENTS DU DÉVELOPPEMENT ÉCHINODERMIEN ET LA QUESTION DE L'ORIGINE DES VERTÉBRÉS

par Jules **BARROIS**

Schéma général du développement échinodermien

Le développement des Echinodermes est un développement essentiellement polymorphe. Dans aucun des cinq grands groupes composant cet embranchement, nous ne le voyons s'effectuer exactement de la même manière, et on relève même à cet égard d'importantes différences ; mais ces différences n'empêchent pas l'existence d'un même fond commun permettant d'établir un schéma général du développement applicable à l'embranchement tout entier.

Examiné après le passage du sac gastrique qui a la forme d'un fer à cheval débouchant à l'extérieur par deux ouvertures voisines, (stade Enterula) l'embryon d'Echinoderme se trouve encore composé de deux faces comparables à celles des organismes du type radié (fig. 207 A) : la face



A B C

Fig. 207. — Schéma du développement échinodermien

aborale en forme de sac et la face orale en forme de disque bouchant l'ouverture du sac ; mais bientôt, les deux bords latéraux de la face aborale refoulés à un niveau plus profond que les deux bords antérieur et postérieur, donnent à cette face la forme d'un biscuit reployé sur lui-même, et comprenant entre ses deux extrémités la face orale étirée en sens contraire. De là un stade de Ver reployé (fig. B) *directement produit*, chose importante à noter, aux dépens de la forme radiée.

Après seulement que ce stade de ver reployé s'est produit, les choses se trouvent au point pour un second phénomène, le *phénomène de déroulement*, aboutissant au stade final de ver droit, mais il peut se faire que ce déroulement ne s'effectuant que d'une manière unilatérale, il en résulte un retour au type radié, donnant naissance à une forme radiée d'un nouveau genre : la forme *Néoradiée* ou *Etoilée* (fig. C.), forme souche de l'embranchement des Echinodermes tout entier.

Par suite de ce déroulement unilatéral, les faces aborale et orale primitives, devenues les faces *cutanée* ou *dorsale* et *atriale* ou *ventrale* du Stade du ver reployé, se trouvent refoulées vers les deux flancs, droit et gauche, ce qui est dû à un changement de forme de l'embryon tout entier s'évasant du côté gauche, en entonnoir, et se fermant en même temps en suture du côté droit. Les organes internes se compo-

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions dépeloppées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

saient à cette époque du lacet digestif, d'un mésoderme dorsal comprenant deux chaînes de plaques squelettiques (segments dermiques), et d'un mésoderme ventral comprenant deux chaînes de myosomites (fig. 208, D et F). A mesure que s'effectue le déroulement unilatéral, la portion œsophagienne du lacet digestif entraîné vers la gauche, vient se placer à angle droit par rapport au reste de ce lacet, les deux chaînes de plaques squelettiques s'enroulent en un double cercle formant un disque sous-jacent au flanc droit, (disque dermique), tandis que les deux chaînes de myosomites, par atrophie de l'une et enroulement de l'autre, donnent naissance à un cercle simple, qui réuni à la face atriale descendue sur le flanc gauche, formera le disque atrial (fig. 208,E et G).

Tel est le schéma auquel on arrive en réunis-

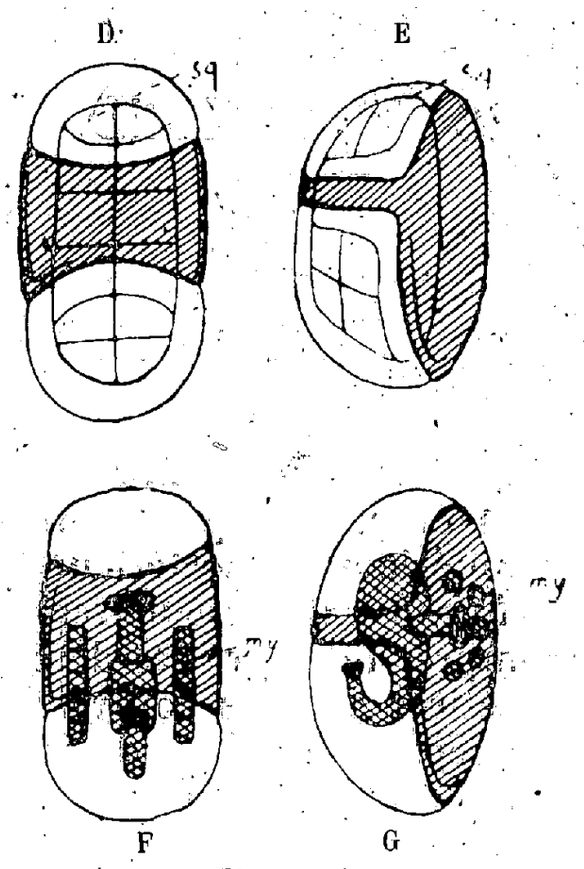


Fig. 208.
Même schéma. Evolution des organes internes.
sq, Segments dermiques ; *my*, Myosomites

sant les caractères dont on retrouve partout des traces plus ou moins complètes, mais ce schéma n'est réalisé intégralement dans aucun groupe, et de ses modifications résultent les enchaînements qu'il nous reste à faire connaître.

La première étape des enchainements

La première de ces modifications consiste dans l'intercalation d'un état larvaire, le *Pluteus*, caractérisé par la formation aux dépens de la couronne ciliaire qui sépare les deux faces, de longs prolongements digités servant à la natation (bras larvaires) et par la division de la face atriale en trois parties : la face *atriale* médiane et les deux *diverticules atriaux* (fig. 209,I), ces derniers appelés à disparaître sans prendre aucune part à la formation de l'organisme Etoilé.

En effet, par suite de la différenciation de l'embryon en une larve nageante, l'enveloppe tégumentaire de cet embryon, diverticules atriaux compris, s'est écartée des organes internes, nous sommes passés du stade de la fig. H à celui de la fig. I. Enveloppe tégumentaire et

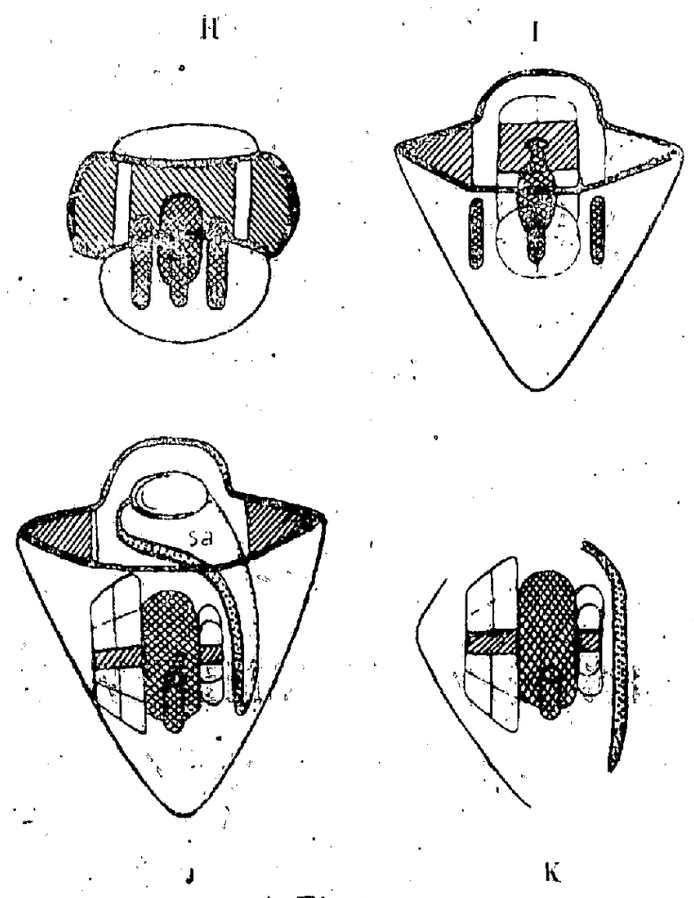


Fig. 209
Le développement du type longitudinal.
am, face atriale médiane; *ad*, diverticules atriaux ; *sa*, sac atrial ; *a*, blastopore, anus.

organes internes évolueront désormais chacun dans leur sens spécial. La première, cessant de s'évaser d'un côté, et de se fermer de l'autre en suture, demeurera inchangée pour continuer à maintenir intact le corps du Pluteus, seules les chaînes de plaques squelettiques (segments dermiques) et la chaîne des myosomites gauches continueront à s'enrouler en disques comprenant entre eux le lacet digestif (fig. J).

De là résulte qu'il ne se formera plus, au lieu d'une étoile complète, qu'une *ébauche étoilée viscérale* composée du disque dermique et du cercle des myosomites comprenant entre eux le lacet digestif (fig. J).

Ensuite a lieu la descente de la face atriale, mais la partie qui descend ne consiste plus que dans la *face atriale médiane*, et cette dernière ne pouvant venir occuper le flanc gauche déjà occupé par le diverticule atrial de ce côté, s'enfonce profondément sous ce flanc en donnant naissance à un spacieux *sac atrial* remplissant toute la moitié gauche de l'organisme larvaire (fig. J).

Ce dernier se trouve ainsi divisé en deux moitiés, une moitié droite comprenant l'ébauche étoilée viscérale complétée par la face atriale médiane qui est venue s'y superposer, et une moitié gauche excavée par le sac atrial. Cette dernière constitue le *Larvement*, elle ne tarde pas à se détruire en emportant avec elle diverticules atriaux et bras larvaires. Seul l'épiderme du flanc larvaire droit persiste pour former, réappliqué sur l'ébauche étoilée viscérale,

l'épiderme dorsal qui lui manquait pour former l'étoile complète (fig. 209, K).

Ce mode de développement ne se rencontre que dans le groupe des Ophiures, qui apparaît ainsi comme le plus primitif de l'embranchement des Echinodermes, opinion d'ailleurs confirmée par les caractères spéciaux des larves d'Ophidures, qui leur ont valu d'être considérées comme appartenant à un type plus ancien (type Paleopluteus) que les autres larves d'Echinodermes.

La seconde étape

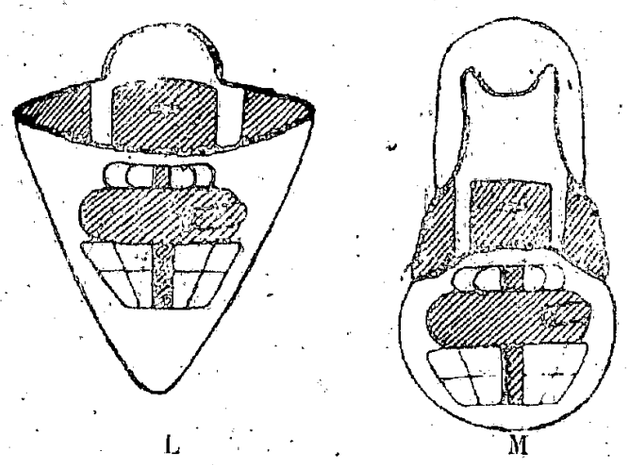
On remarquera que malgré ces changements divers, l'étoile finalement produite a conservé la même position longitudinale que dans le schéma général représenté fig. E et G, elle se trouve placée debout, à angle droit par rapport au Pluteus, et par conséquent en discordance complète par rapport aux deux races de ce dernier (fig. J). A cette disposition discordante succède une tendance au rétablissement de la symétrie : l'étoile tend à quitter sa position à angle droit par rapport au Pluteus, pour venir se placer parallèlement à ses deux faces, et de là résulte que ce n'est plus finalement la face atriale médiane qui se déplace pour venir rejoindre l'ébauche étoilée viscérale, mais l'ébauche étoilée viscérale qui se déplace pour venir rejoindre la face atriale médiane enroulée sur place en disque.

Le stade d'*Etoile longitudinale sur larve* se trouve ainsi remplacé dans le plus grand nombre des cas, par un stade d'*Etoile transversale sur larve* directement produit aux dépens du Pluteus, et sans passer au préalable par le stade d'Etoile long sur larve.

De ce passage au stade d'Etoile sur larve, résultent deux formes différentes répondant aux deux types fondamentaux (type Paléopluteus et type Néopluteus) distingués par moi en 1924 chez les larves d'Echinodermes.

Les fig. 210, L et M représentent ces deux formes.

Ce stade transversal une fois produit, la por-



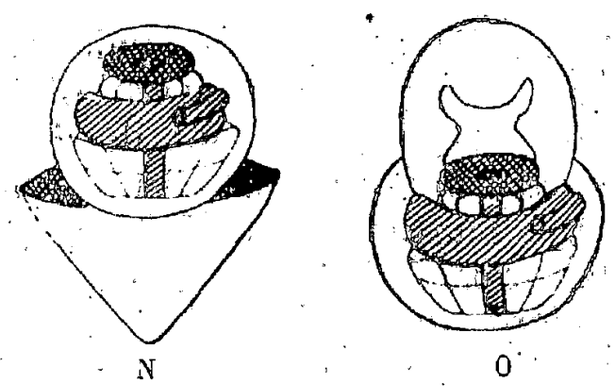
L M

Fig. 210. — Le développement du type transversal.

tion de l'enveloppe tégumentaire qui recouvre l'ébauche étoilée viscérale, ne tarde pas à s'affaisser sur cette ébauche pour donner naissance à l'étoile, tandis que le reste du Pluteus, comprenant lobe préoral ou aboral, diverticules atriaux, couronne ciliaire et bras larvaires, éprouve des dégénérescences étendues, pour se résoudre finalement en une masse plus ou moins flétrie constituant un larvenrest destiné à se résorber ou à tomber.

Ce larvenrest ne répond plus, comme dans le développement du type longitudinal, au flanc gauche du Pluteus, il est devenu postérieur ou antérieur, postérieur chez les larves du type Paleopluteus, antérieur chez les larves du type Néopluteus, de sorte que le stade final d'Etoile libre se trouve précédé de deux formes d'étoiles différentes : l'étoile à larvement postérieur ou dorsal (fig. 211, N) et l'étoile à larvement antérieur ou ventral (fig. O).

Ces deux formes d'étoile répondent aux deux



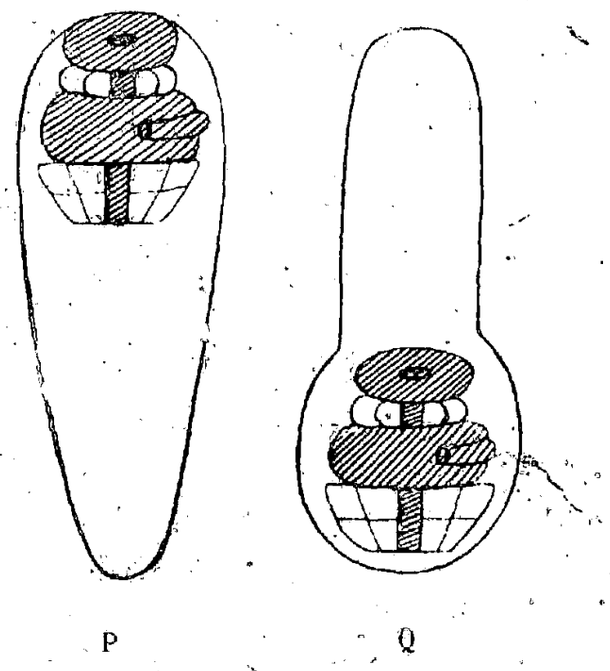
N O

Fig. 211. — Les deux formes d'Etoile.

types principaux du groupe des Elenthéro, et peuvent être considérées comme représentant les deux formes souches de ce groupe.

La troisième étape

Dans le schéma général du développement établi en commençant, c'est l'embryon tout entier qui se transformait en étoile.



P Q

Fig. 212. — Les formes Anomo et Crinoïde.

Dans les deux étapes qui ont suivi, cette transformation totale a fait place à une transformation partielle par suite de la division de l'organisme larvaire en étoile et larvement.

La troisième étape nous ramène à la transformation totale, mais avec la différence que ce n'est plus l'embryon, mais la larve qui se

transforme en son entier, ce dont résultent des formes d'un type nouveau.

Il suffit, pour produire ces formes, que, dans les stades d'étoile à larvenrest antérieur et d'étoile à larvenrest postérieur, l'étoile et le larvenrest, au lieu de se séparer, demeurent réunis en un organisme unique, mais cette réunion n'empêche pas les dégénérescences de se produire : nous voyons d'abord les bras lamaires se flétrir, puis la couronne ciliane tomber en lambeaux, et les diverticules atriaux qu'elle limitait perdre les caractères propres de leur épiderme pour se confondre avec l'épiderme environnant. Il n'y a plus élimination, mais réapplication de ces diverticules qui s'effacent sans laisser trace. Les fragments de couronne ciliaire sont plus lents à disparaître, et avant de le faire, ils se rejoignent deux à deux en cercles ciliés, de manière à donner naissance à une seconde forme larvaire : la larve Polytroque.

Ces larves Polytroques sont de deux espèces différentes, répondant è nos deux formes d'étoile. L'étoile à larvement postérieur donne naissance à la *larve Paléotroque*. L'étoile à larvement antérieur donne naissance à la *larve Néotroque*, mais il ne s'agit là que d'états transitoires aboutissant, par disparition des cercles ciliés, à deux formes principales.

La première (fig. 212, P) qui rappelle par sa disposition générale, les Pelmato libres du type *Anomocyste*.

La seconde (fig. Q) destinée, par transformation du lobe préoral en pédoncule et refoulement de l'étoile en sens inverse du point de fixation, à donner naissance au type *Crinoïdien*.

Ces deux formes représentent les deux formes souches du groupe des Pelmato, elles constituent des formes définitives, non suivies par conséquent de retour au type primitif. Notons toutefois que l'ébauche étoilée viscérale y étant toujours au complet, c'est encore à la forme étoile qu'aboutit un tel retour quand par exception il se produit. Le groupe des Comatales en est un frappant exemple.

La quatrième étape

Nous venons de voir comment de la larve du type Néopluteus dérivent les organismes du groupe des Crinoïdiens, voyons comment de la même larve du type Néopluteus dérivent les organismes du groupe des Holothuries.

La fig. 213, R représente le Néopluteus des Holothuries avant sa transformation, à un stade où les différentes parties formatrices de l'ébauche étoilée viscérale ont encore leur position primitive. On y distingue, en avant, la face atriale médiane accompagnée des deux diverticules atriaux, et en arrière le lacet digestif accompagné des deux chaînes de myosomites, mais c'est en vain qu'on y cherche les deux chaînes de plaques squelettiques, il n'existe plus de ces dernières aucune trace, et à cette première particularité s'en ajoute bientôt une seconde consistant dans le fait que la chaîne des myosomites gauches se déplaçant après son enroulement en cercle pour venir se superposer à la face atriale médiane, n'entraîne pas avec elle le lacet digestif qui conserve définitivement sa position longitudinale. De ces deux particularités réunies résulte que le stade correspondant à

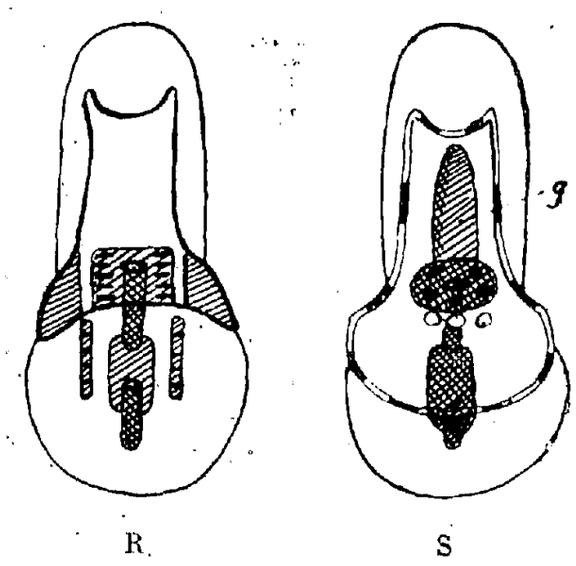


Fig. 213.
Développement Holothurie, premiers stades.
g, gouttière préorale

celui d'étoile transversale sur larve auquel nous arrivons finalement (fig. S) ne contient plus qu'une ébauche étoilée viscérale réduite au seul disque atrial.

Par suite de cette extrême réduction de l'ébauche étoilée viscérale, il ne se formera plus ici, à proprement parler, de larvement ni d'étoile, toutefois on peut continuer à regarder comme les représentant le lobe préoral et la portion contenant les viscères, destinés de même à se fusionner en un organisme unique, lequel ne tarde pas, par disparition des deux diverticules atriaux et morcellement de la couronne ciliaire (même fig. S) à se convertir en une larve Néotroque. Ainsi prend fin la première phase du développement Holothurien.

La seconde phase (fig. S et T) est marquée par

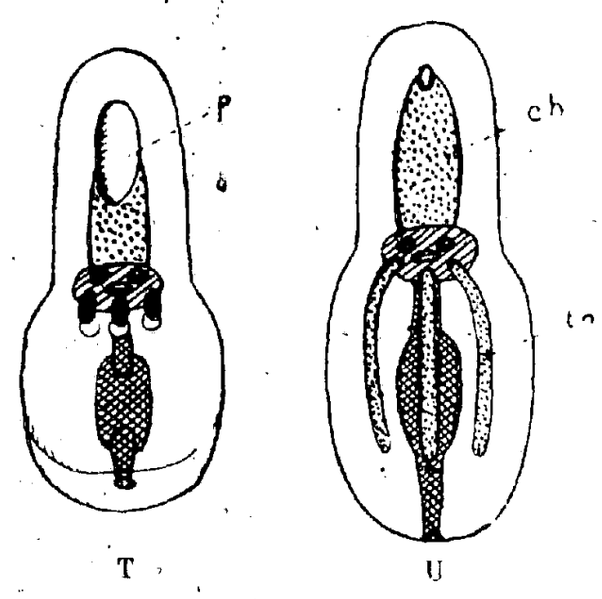


Fig. 214.
Développement Holothurie, derniers stades.
p, pore antérieur ; *ch*, chambre buccale ; *tu*, tubes atriaux ou nerveux.

le prolongement du disque atrial en une gouttière occupant le lobe préoral, et par le déroulement du lacet digestif entraînant avec lui le déroulement de toute l'extrémité postérieure en ver droit. Cette gouttière est destinée, en se fermant comme la gouttière nerveuse des embryons d'Ascidies, par rapprochement de ses bords postérieur et latéraux s'effectuant de bas en haut, à donner naissance à un vaste sac atrial occupant toute la moitié préorale de l'organisme larvaire et ne débouchant plus au dehors que par un pore antérieur. La figure S nous montre ces deux processus de déroulement en ver droit et de formation de la gouttière déjà commencés. Dans la fig. 214, T les restes de couronne ciliaire ont entièrement disparu, le déroulement a fait de très grands progrès et la gouttière est déjà en partie recouverte. Nous arrivons ainsi à la troisième phase du développement Holothurien, consistant dans le phénomène de descente des pétales.

On sait que certaines larves d'Ophiures présentent sur leur face atriale médiane des traces de segments atriaux placés en regard de la chaîne des myosomites gauches non encore enroulée en cercle. Ces traces de segments atriaux représentent d'après moi la première origine des rudiments de pétales. Lors de la conversion de la face atriale médiane en disque atrial, nous les voyons s'effacer pour reparaître aussitôt après sous forme d'un nombre égal d'épaississements arrondis superposés au cercle des myosomites. Ces épaississements sont destinés à s'allonger en pétales, en même temps que dans leur intérieur se forme le gros tronc nerveux, véritable chaîne nerveuse, qui occupe le milieu de chaque pétale. Ils représentent donc des éléments nervogènes. En s'allongeant en pétales, chacun des dits épaississements entraîne avec lui un prolongement du sac atrial, ce qui donne naissance à cinq tubes atriaux descendant le long du tube digestif devenu droit, et comme entre temps, le gros tronc nerveux précédemment mentionné s'est formé à l'intérieur de chaque pétale, on peut considérer ces cinq tubes atriaux comme de véritables tubes nerveux. Le sac atrial primitif s'est donc, par suite de ce phénomène de descente des pétales, divisé en deux parties se faisant suite : en avant la *chambre buccale* contenant un cercle de podies accrues en tentacules, en arrière les cinq *tubes nerveux* superposés au tube digestif.

On voit qu'un nouveau facteur d'une importance capitale : la destruction de l'ébauche étoilée viscérale, a commencé à faire son apparition dans le groupe des Holothuries, et que par suite de ce nouveau facteur, le déroulement unilatéral se trouve remplacé par un déroulement symétrique, et la *forme étoile*, par ce que nous appellerons le *Ver radié* (fig. U), forme nouvelle résultant d'un retour final au type radié succédant au curieux stade hybride, moitié radial, moitié vermiforme représenté figure T. Dans tous les cas précédemment étudiés, la phase finale de retour au type primitif nous ramenait régulièrement à la forme étoile, ici, l'ébauche étoilée viscérale n'étant plus au complet, il ne peut plus en être de même, d'où la production de ce nouvel état, le *Ver radié*, forme fondamentale du groupe des Holothuries.

Le terme des enchainements

Qu'arrivera-t-il si le disque atrial, dernier reste de l'ébauche étoilée viscérale, cesse à son tour de se former ?

Il arrivera, on n'en peut douter, que les myosomites, et même les épaississements atriaux

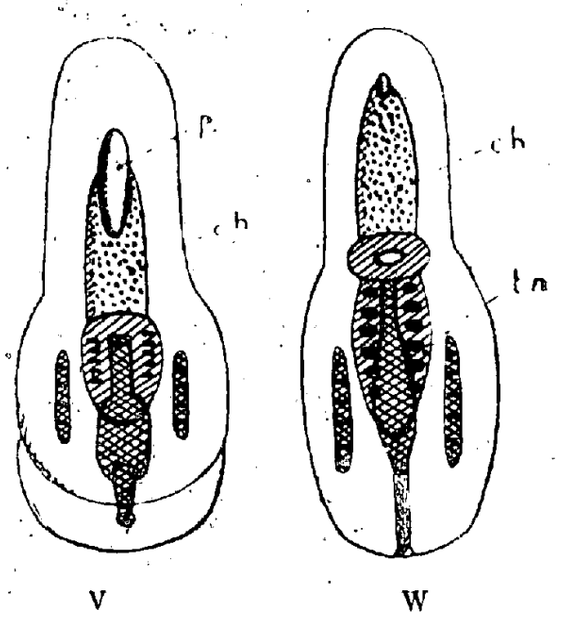


Fig. 215. — Le terme des enchaînements (conjectural).

correspondants, conserveront leur disposition en rangée linéaire, et seront entraînés par le déroulement de l'extrémité postérieure en train de se dérouler en ver droit.

Nous avons vu que d'un tel déroulement résulte pour les Holothuries, la descente du plancher du sac atrial en cinq prolongements tubulaires correspondant au cercle des cinq épaississements atriaux. La même tendance se manifestant après la destruction complète de l'ébauche étoilée viscérale, donnera suivant toutes probabilités naissance non plus à cinq prolongements, mais à un seul comprenant le plancher du sac atrial tout entier avec les deux chaînes d'épaississements atriaux restés en ligne qui le garnissent. Ici encore nous nous trouverons finalement en présence d'une division du sac atrial, en deux parties se faisant suite : en avant, la *chambre buccale*, en arrière, le *prolongement tubulaire* contenant les éléments nervogènes.

Les deux fig. 215, V et W basées sur ces inductions, représentent, autant qu'il est possible de le représenter d'après de simples conjectures, les deux stades qui viendront ainsi remplacer les stares Holothuriens, fig. 214, T et U.

Une telle étape succédant à celle productrice

de la forme Holothurie ne se rencontre nulle part dans le groupe des Echinodermes, mais comment pourrait-elle s'y rencontrer alors que la forme en résultant (fig. W) ne possède plus rien de ce qui distingue les organismes de ce groupe. L'étude du développement Echinodermien nous révèle l'existence de toute une suite d'enchaînements aboutissant finalement au stade de *Ver radié*, c'est-à-dire à un organisme déjà très différent de la forme étoile, voilà le fait. Devons-nous admettre que cette série s'est arrêtée là brusquement? Devons-nous admettre qu'elle a au contraire continué à se poursuivre, s'écartant toujours plus du type radié, se rapprochant toujours plus du type ver, jusqu'à une forme dont les affinités avec les Echinodermes n'ont pas encore été reconnues? C'est ce que nous ne savons pas, mais il y a dans ces conditions un intérêt évident à se rendre compte de ce que serait cette dernière forme produite, et à chercher ensuite dans le règne animal si nous ne trouvons rien qui puisse lui être comparée. Le premier de ces deux buts se trouve atteint par les lignes qui précèdent. Il nous reste pour terminer à nous occuper du second.

Interprétation du développement Ascidien

De toutes les formes du règne animal, celle que la tradition, les idées longtemps admises, désigne d'abord à notre attention, est le Balanoglosse, mais un examen approfondi ne conduit à rien de ce côté. Il n'en est pas de même si on s'adresse à la forme Têtard : pas n'est

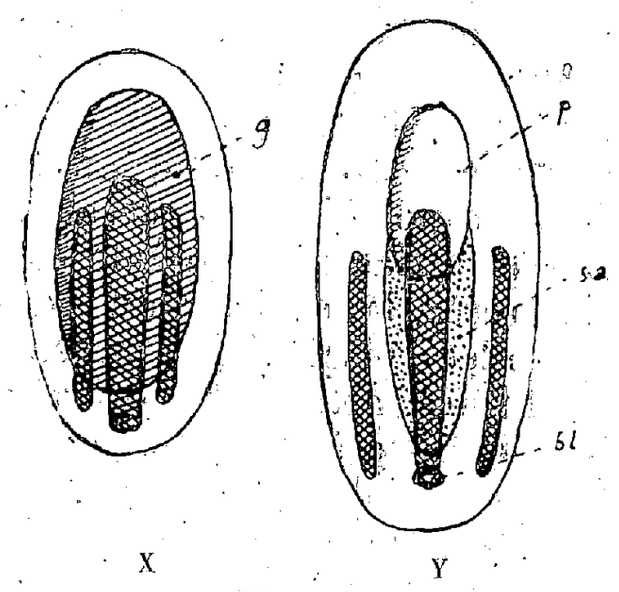


Fig. 216.
Le développement Ascidien, premiers stades
g, gouttières; *p*, pore; *sa*, sac atrial; *bl*, blastopore

besoin d'un long examen pour s'apercevoir que la forme (fig. W) issue de la disparition complète de l'ébauche étoilée viscérale présente la disparition caractéristique de cette forme Têtard : « tube digestif surmonté d'un tube nerveux et compris entre deux chaînes de myosomites ». De plus, si on étudie chez l'embryon d'Ascidie, la manière dont l'extrémité cæcale du sac gastrique vient déboucher au dehors, on constate que ce débouché se fait non directement à l'extérieur, mais à la portion antérieure de ce qu'on a jusqu'ici appelé le tube nerveux, portion ainsi transformée en une *chambre buccale* à laquelle fait suite le prolongement tubulaire constituant le vrai tube nerveux.

Nous retrouvons donc chez les Têtards d'Ascidies la division en chambre buccale et prolongement tubulaire contenant les éléments nervogènes, attribuée plus haut, à l'exemple de ce qui existe déjà dans le groupe des Holothuries, à la forme représentant le terme des enchaînements.

Ajoutons que la dite chambre buccale, où la portion de face atriale dont elle dérive, se trouve chez Pluteus comme chez Ascidie, comprise entre deux parties parfaitement comparables : les *diverticules atriaux* du Pluteus (fig. 213, R) et *les fossettes latérales* du Têtard (fig. 217, Z').

Ajoutons enfin que l'œsophage du Pluteus comme le sac pharyngien de l'Ascidie, présente un épaississement linéaire de sa paroi (endostyle) aboutissent à un cercle cilié péribuccal, ce dont on peut se permettre de conclure, que tous deux représentent le même organe, resté grêle d'un côté, renflé de l'autre pour aller à la rencontre des deux fossettes latérales enfoncées en sacs péribranchiaux.

L'étude du développement confirme ces rapprochements : reportons nous au stade Echinodermien de ver reployé avant la division de sa face atriale en trois parties, et déroulons-le directement en ver droit, nous obtiendrons ainsi un état exactement comparable au stade initial (fig. 216, X) du développement Ascidien.

On sait d'autre part que pour passer de ce premier stade Ascidien à celui de Têtard, il suffit que la face atriale enfoncée en gouttière, soit recouverte par un repli s'accroissant de bas en haut et ne laissant plus finalement subsister qu'un simple pore antérieur, ouverture d'entrée de l'Ascidie (fig. X et Y).

Or l'étude des enchaînements nous montre qu'un déroulement tardif en ver droit succédant à la disparition de l'ébauche étoilée viscérale et des diverticules atriaux conduit au même résultat que ce déroulement prématuré existant chez le développement ascidien, et qu'on peut aboutir au même stade final de Têtard (fig. 217, Z) aussi bien en passant par les trois stades Echinodermiens (fig. R, S et W) qu'en passant par les deux stades Ascidiens (fig. X et Y). De là, une interprétation interessante du développement Ascidien. On sait en effet que le Têtard ne tarde pas, dans ce développement, ascidien, à donner naissance à l'ascidie, par formation sur son extrémité antérieure, d'un nouveau lacet digestif accompagné de deux fossettes latérales (fig. Z'). Or, cette conversion de l'extrémité antérieure en Ascidie, inexplica-

ble si on s'en tient aux deux stades (fig. X et Y), devient au contraire facile à expliquer si on la regarde comme succédant aux trois stades (fig. R, V et W), car elle apparaît alors comme n'étant autre chose qu'un simple retour au

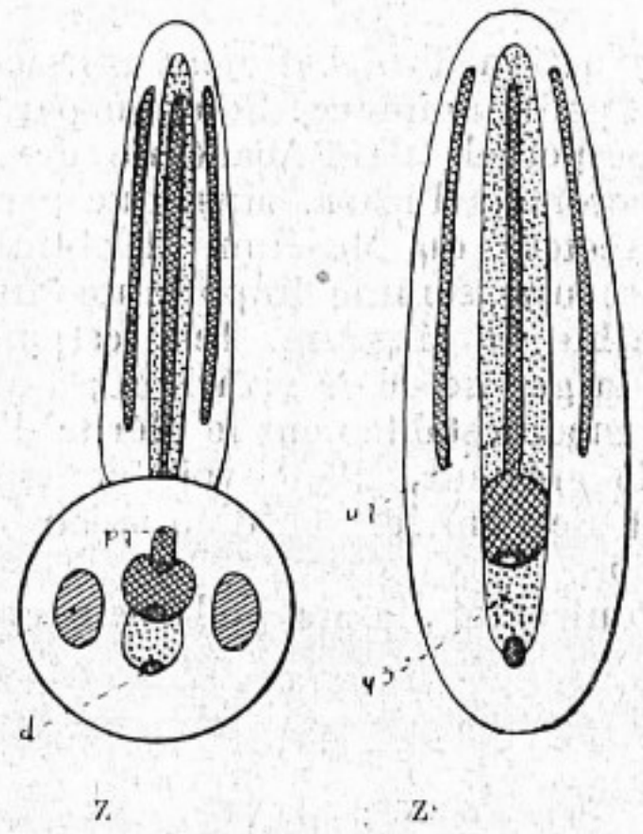


Fig. 217.
Le développement Ascidien, derniers stades.
cl, Fossettes latérales (péribranchiales); *td*, Lacet digestif de formation nouvelle.

stade initial (fig. R), et en dernière analyse, au stade ancestral de ver reployé à face atriale tripartite représenté fig. 209, H, stade visiblement bâti sur le même plan que l'organisme ascidien, et déjà représenté par moi en 1924 comme l'origine commune des Echinodermes et Tuniciers. Un tel retour n'a rien qui doive nous surprendre étant donnée la fréquence de pareils retours dans le groupe des Echinodermes et le remplacement de leur aboutissant normal, la *forme Etoile*, par la *forme Ver radié* en cas de destruction partielle de l'ébauche étoilée viscérale.

Conclusion.

On sait que la thèse de l'origine Ascidienne des Vertébrés, après avoir été accueillie avec grande faveur, a fini par se heurter à une sérieuse objection basée sur le fait que c'est l'Ascidie qui dérive du Têtard et non le Têtard qui dérive de l'Ascidie, ordre de succession à première vue incompatible avec cette thèse de l'origine Ascidienne et qui a conduit les auteurs à ne plus voir dans les organismes du groupe des Tuniciers que des Vertébrés dégénérés.

La solution à laquelle on croyait être arrivé a donc fini en avortement, et on peut dire qu'elle n'a pas été remplacée, car aucune des solutions variées émises pour la remplacer n'est arrivée à captiver l'attention à un point même approchant, et beaucoup de ceux qui croyaient à cette solution ascidienne, ne savent plus aujourd'hui que penser.

Les enchaînements du développement échinodermien et la tendance qu'ils accusent au remplacement de la forme étoile par une forme se rapprochant du Têtard, nous mettent en droit de nous demander si on ne s'est pas trop hâté de renoncer à l'origine ascidienne, et si la vraie solution ne consisterait pas à y revenir en la complétant par l'interprétation du développement ascidien exposée dans ce qui précède, interprétation consistant à regarder la production de l'Ascidie aux dépens du Têtard, comme résultant d'un simple retour au stade représenté fig. 209, H, stade enjambé dans le développement ascidien, mais encore existant dans le développement Echinodermien.

On recouvre ainsi la possibilité de conserver la thèse ascidienne, et cette nouvelle manière de comprendre les choses présente même un double avantage, celui de nous permettre, par l'intermédiaire du stade de Ver reployé représenté fig. 207, B, de rattacher les Vertébrés aux plus bas échelons du règne animal, et celui de nous permettre, par l'intermédiaire du stade à face atriale tripartite représenté fig. 209, H, d'apporter une solution à la vieille qsestion toujosrs pendante de la correspondance entre la chaîne nerveuse des Vers et la moelle épinière des Vertébrés, ce stade (fig. H) étant susceptible de donner à la fois naissance à une forme rampante, à face neurale dirigée vers le sol : l'*Etoile*, et à une forme nageante, à face neurale dirigée vers le ciel : le *Têtard*.

LE VIVARIUM DU JARDIN DES PLANTES

par Lucien BERLAND

Le Jardin des Plantes possède depuis longtemps une fort intéressante ménagerie de gros animaux, mais jusqu'à présent il n'avait pas de bâtiment où l'on pût présenter les petits animaux, en particulier les Invertébrés. M. Bouvier, professeur d'Entomologie, avait été frappé par ce fait, d'autant plus que beaucoup de ces animaux voyagent avec la plus grande facilité et qu'il en arrivait en vie fréquemment : des Mygales, des Péripates, des Chenilles, des Ampullaires avaient longtemps vécu dans les laboratoires, mais faute d'installations spéciales, il n'avait jamais été possible de les exhiber, et l'enseignement que comporte leur examen n'avait été l'apanage que de rares privilégiés, habitués des laboratoires. De plus, les moyens employés pour conserver vivants ces animaux étaient des plus rudimentaires, et il avait toujours fallu renoncer à en encourager l'envoi. L'idée de créer un bâtiment spécial était acquise mais sa réalisation fut longtemps impossible, faute de moyens financiers.

Voici peu d'années et d'une façon inattendue, d'heureuses circonstances favorables se présentèrent : ce fut à l'occasion de la Journée Pasteur. Lors de la répartition des sommes obtenues par cette souscription nationale, M. Bouvier fit valoir l'intérêt que présenterait pour la science, aussi bien que pour le public, la construction d'un bâtiment consacré à l'élevage de petits animaux. Soutenu par les Secrétaires perpétuels de l'Académie des Sciences, MM. Lacroix et Picard, ainsi que par M. Mangin, directeur du Muséum, il obtint gain de cause, et une somme importante fut allouée dans ce but au Muséum. Telle est, brièvement contée, la genèse de ce vivarium ; à M. Bouvier revient incontestablement le mérite d'en être le véritable créateur, d'en avoir poursuivi l'idée pendant des années, et d'en avoir obtenu la réalisation.

M. Pontremoli, alors architecte en chef du

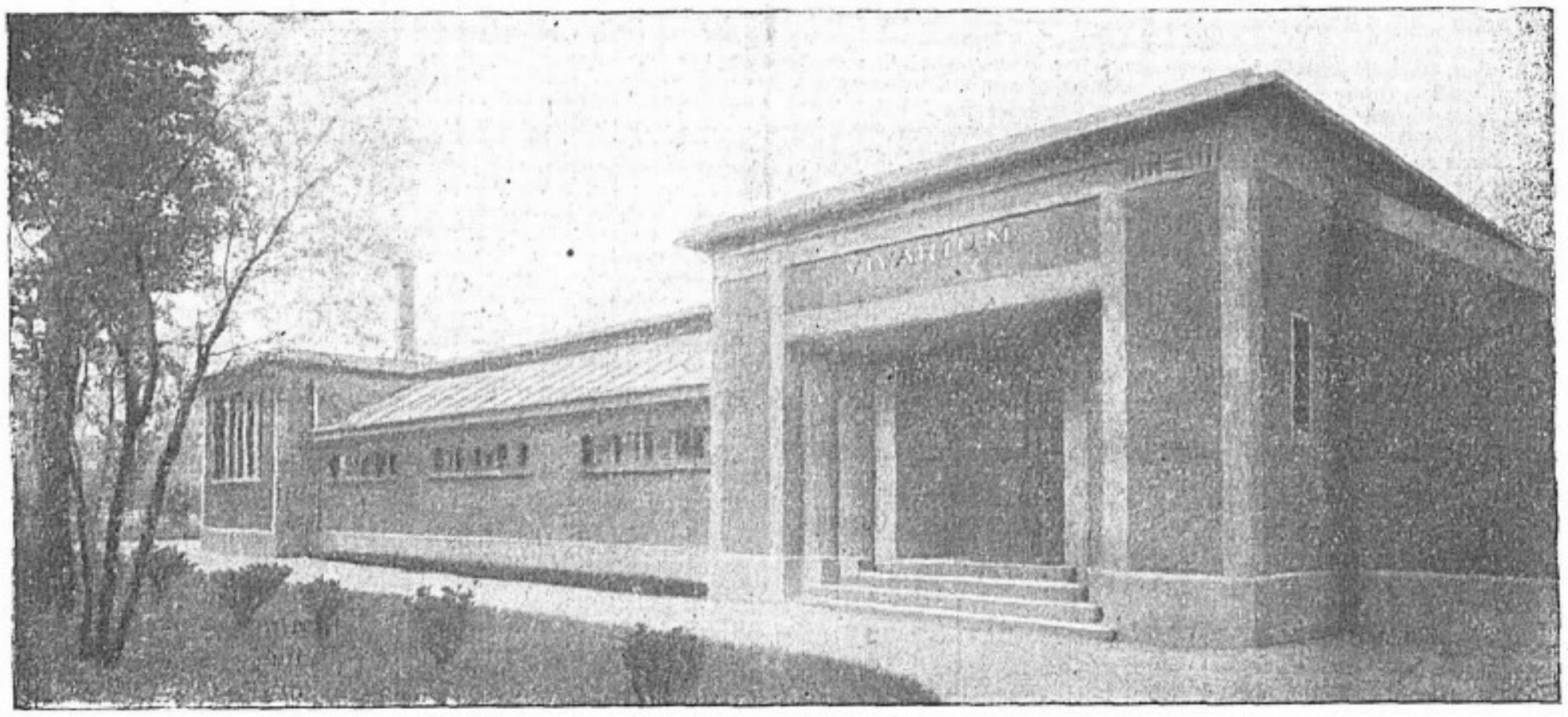


Fig 218. — Le Vivarium du Muséum national d'Histoire naturelle.

Muséum, fut chargé de l'exécution et, dans un temps relativement court, fit édifier un pavillon simple, mais d'un cachet artistique tout particulier et où les conditions spéciales d'exposition et d'élevage ont été réalisées d'une heureuse manière. Vers la fin de 1926, la construction était achevée, mais ce n'était encore qu'une maison vide, qu'il fallait meubler et peupler. Il était nécessaire que quelqu'un en fût chargé, et le Vivarium, né évidemment sous une bonne étoile, eut la chance de recevoir dès l'origine un directeur incomparable. Le Dr Jeannel, savant entomologiste, voulut bien accepter de remplir cette tâche ingrate et écrasante : organiser de toutes pièces, ce pourquoi il n'y avait ni modèle à suivre, ni aucune tradition.

Il déploya la plus grande activité et une ingéniosité sans pareille — ceux qui ont assisté à la naissance du Vivarium peuvent en témoigner — sut résoudre mille difficultés, innover presque toujours, et il n'y a pas de meilleur éloge à lui faire que de visiter ce merveilleux petit palais, où les animaux paraissent être dans un écrin.

Le 27 octobre 1927, le Vivarium fut inauguré par M. Herriot, ministre de l'Instruction publique, accompagné de M. Doumer, président du Sénat, et dès ce moment a commencé sa vie publique.

Ce Vivarium est donc une ménagerie consacrée aux animaux de petite taille, c'est-à-dire aux Invertébrés, mais aussi, éventuellement, aux Vertébrés à sang froid, de faibles dimensions. Il est le complément de la ménagerie proprement dite où sont les Mammifères et les Oiseaux, et de la ménagerie des Reptiles où sont exposés non seulement ces derniers, mais aussi les Poissons et Batraciens. Sa jeunesse lui vaut l'avantage d'être en bien meilleur état que ses aînés qui sont, il faut le dire avec regret et aussi avec un peu de honte, dans certaines parties, singulièrement vétustes.

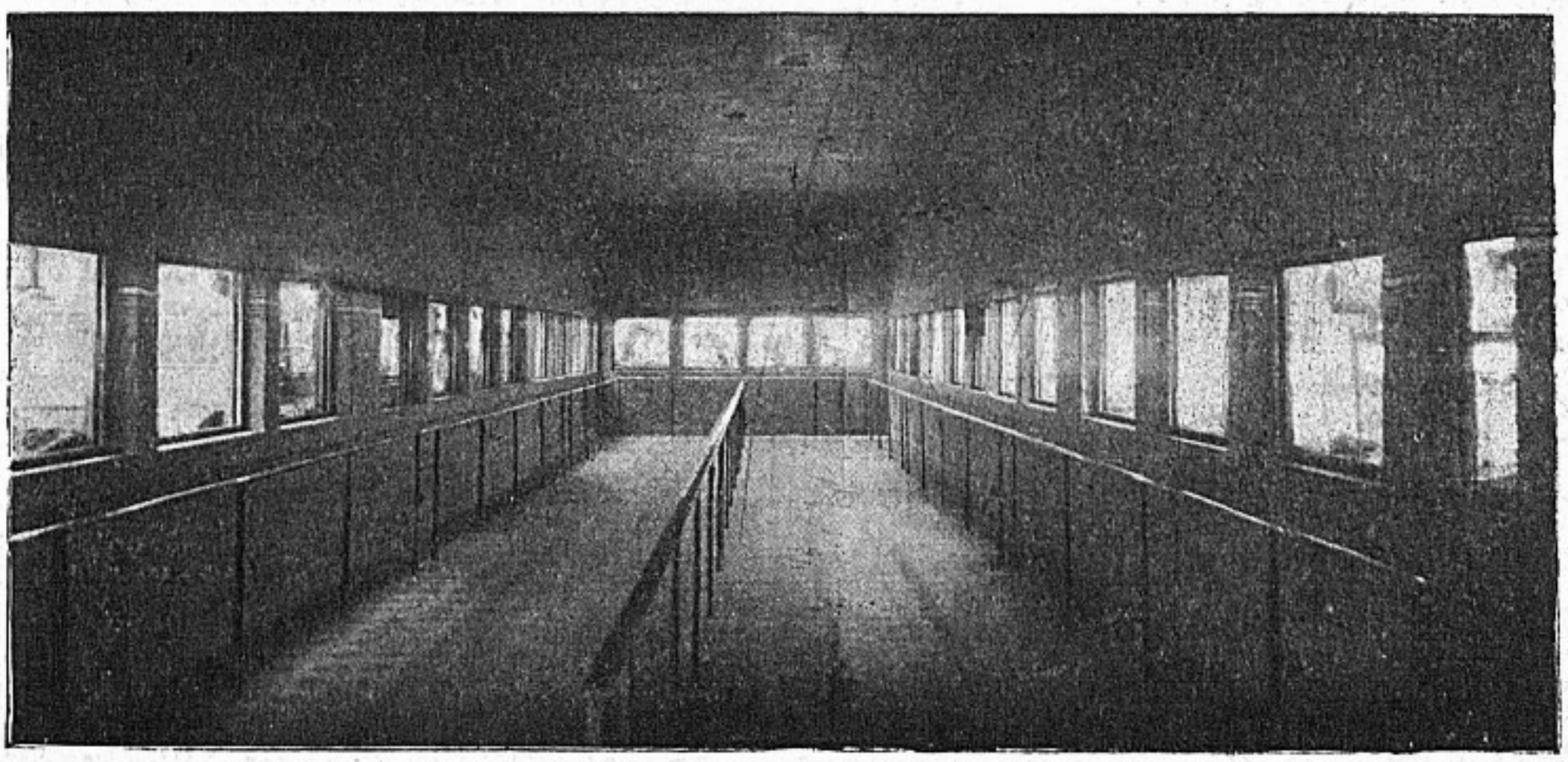


Fig. 219. — Le Vivarium. — Vue intérieure.

Le bâtiment se compose d'une galerie d'exposition occupant les quatre côtés d'une grande salle rectangulaire où circule le public. L'architecte a volontairement laissé celle-ci dans l'obscurité complète, afin que toute la lumière vienne latéralement, à travers les cages d'exposition, que l'on voit par de larges baies vitrées. La moitié de cette galerie est dite tropicale, c'est-à-dire que la température y est constamment maintenue aux environs de 25° ; l'autre est sensiblement moins chaude, et n'est chauffée que l'hiver. Les cages, faites par l'habile constructeur M. Degry, sont en partie des aquariums, en partie des terrariums, les uns et les autres de diverses dimensions ; une canalisation d'eau court partout, de même qu'une distribution d'électricité, qui permet d'éclairer de plusieurs manières, et aussi dans certains cas de surchauffer les cages.

Lorsqu'on visite le Vivarium, ce sont des animaux aquatiques qu'on voit en premier lieu ; les premières vitrines contiennent en effet des aquariums où évoluent des Coléoptères, des Punaises d'eau (Ranatres, etc...), des Crevettes d'eau douce, etc. Il faut reconnaître que ces aquatiques sont parmi les plus intéressants : faciles à se procurer dans toutes nos mares, ils sont en perpétuel mouvement, et leurs évolutions incessantes dans l'eau intéressent au plus haut point les visiteurs ; de plus ils ne craignent pas la lumière, et n'ont pas, comme beaucoup d'Insectes terrestres, la déplorable habitude de se tenir cachés la plus grande partie du jour. D'autres aquariums disposés çà et là nous présentent des Tritons, des Ecrevisses de l'Europe centrale de taille impressionnante, etc... Une transition au terrarium est réalisée par des aqua-terrariums, où l'animal peut se tenir dans l'eau ou à l'air libre à volonté ; une cage de ce genre nous montre des Crabes du Nil, d'une grande agilité et qui prennent les attitudes les plus cocasses ; une autre d'énormes Escargots (*Ampullaria*).

Les cages vitrées, ou terrariums, sont nombreuses, les plus petites sont utilisées pour des animaux dont l'isolement s'impose : c'est le

cas, par exemple, pour les Mantes, dont la voracité et les mœurs féroces sont bien connues ; en été il y a toujours des Mantes religieuses, en hiver on peut montrer la larve d'Empuse, ou « diablotin » ,d'aspect si étrange. Pour ne pas quitter l'ordre des Orthoptères Insectes, je signalerai qu'il s'en trouve toujours quelques-uns : Criquets, Sauterelles ou Grillons, principalement à la belle saison, car leur vie active est chez nous fort courte, et très rares sont ceux tels que le Criquet égyptien, qui passent l'hiver à l'état adulte. Les Phasmes occupent plu-

Fig. 220. — Le Vivarium — Vue des galeries de service.

sieurs cages, parmi eux le *Carausius morosus* mérite une mention particulière, et a une histoire curieuse : originaire de l'Inde, il fut importé en Europe par le P. Pantel, savant entomologiste : la facilité avec laquelle il peut vivre sous nos climats et se nourrir de feuilles de lierre, et la faculté qu'ont les femelles de se reproduire indéfiniment par des œufs vierges, sans l'intervention des mâles, l'ont répandu dans toute l'Europe et en ont fait d'une part un animal de laboratoire qui a déjà été l'objet de nombreuses études, et d'autre part un animal de salon facile à élever et peu encombrant. Le Vivarium présente d'autres Phasmes, notamment des Phyllies, ressemblant à des feuilles,

Fig. 221. — Caméléon.

Fig. 222. — Tortues d'eau douce.

tandis que les précédents ont l'aspect de petits bâtonnets, et des Eurycnema, gigantesques Orthoptères de Malaisie. Quelques cages renferment des Papillons : il est très facile de les

faire voyager à l'état de chrysalides, si l'on a soin d'accorder la durée du voyage avec la pé-

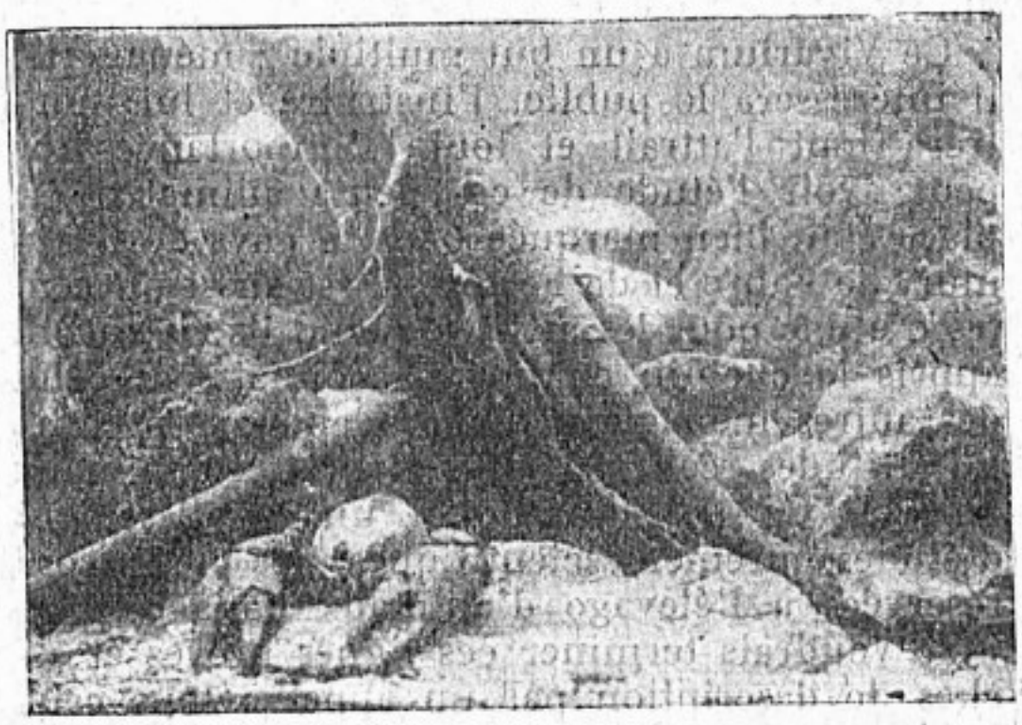


Fig. 223. — Ecrevisse de Roumanie.

riode d'éclosion, ils arrivent dans cet état et éclosent peu après ; on en peut voir ainsi de fort beaux de temps à autre, malheureusement ils vivent dans cet état un temps très court ; les Chenilles, dont beaucoup sont fort belles, fourniraient aussi un matériel d'exposition très favorable.

Les Coléoptères comptent parmi les hôtes les plus nombreux du Vivarium. Plusieurs cages sont peuplées de Carabes, offrant l'avantage qu'on peut les trouver en hiver ou au premier printemps, c'est-à-dire à une époque où la faune est fort pauvre ; notre région a donné en nombre les *Carabus auronitens, monilis, purpurascens,* etc. ; de l'Ariège vient le superbe Carabus splendens, dont la cuirasse métallique s'orne de reflets dorés ou cuivrés suivant les jeux de la lumière, dans une autre cage se voit le beau *Carabus hispanus* qui, contrairement à ce que son nom semble l'indiquer, n'existe pas en Espagne, mais dans les Cévennes, où M. Bouchardeau sait le trouver en nombre dès le printemps ; sa tête et son corselet sont bleus, ses élytres cuivrées, très alerte, il se déplace constamment sans songer à se cacher et offre aux yeux un spectacle ravissant. En face de ces Coléoptères indigènes se trouvent quelques formes d'Afrique du Nord qui sont fort intéressantes : une grande cage est remplie depuis un an de Pimélies, Scaurus, Adesmia, Akis, Blaps, Erodius, qui grouillent dans le sable, se bousculent, se battent quelque peu, et sont tout à fait divertissants ; plus loin une cage présente le Scarabée sacré, qui tout le long de la journée, utilise au mieux un tas de crottin pour confectionner ses boules, image du labeur incessant et de l'épargne quelque peu avaricieuse. Mais j'ai réservé la fin, en ce qui concerne les Coléoptères, aux Anthia, qui sont peut-être les plus remarquables de tous : de forme élégante, vêtus de noir, ornés de taches blanches, haut perchés sur pattes, les antennes sans cesse vibrantes, ils sont en agitation perpétuelle et parcourent en tous sens la cage où ils ont retrouvé le sable de leur Sahara natal.

Quelques Scorpions du genre *Buthus*, à pi-

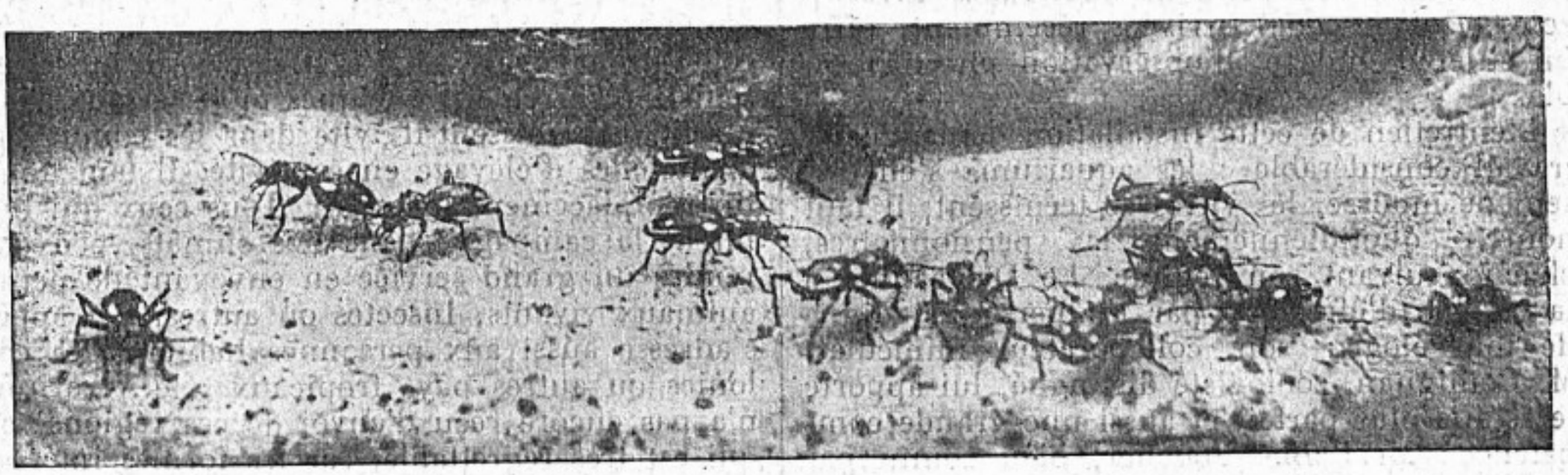


Fig. 224. — La cage des Anthia.

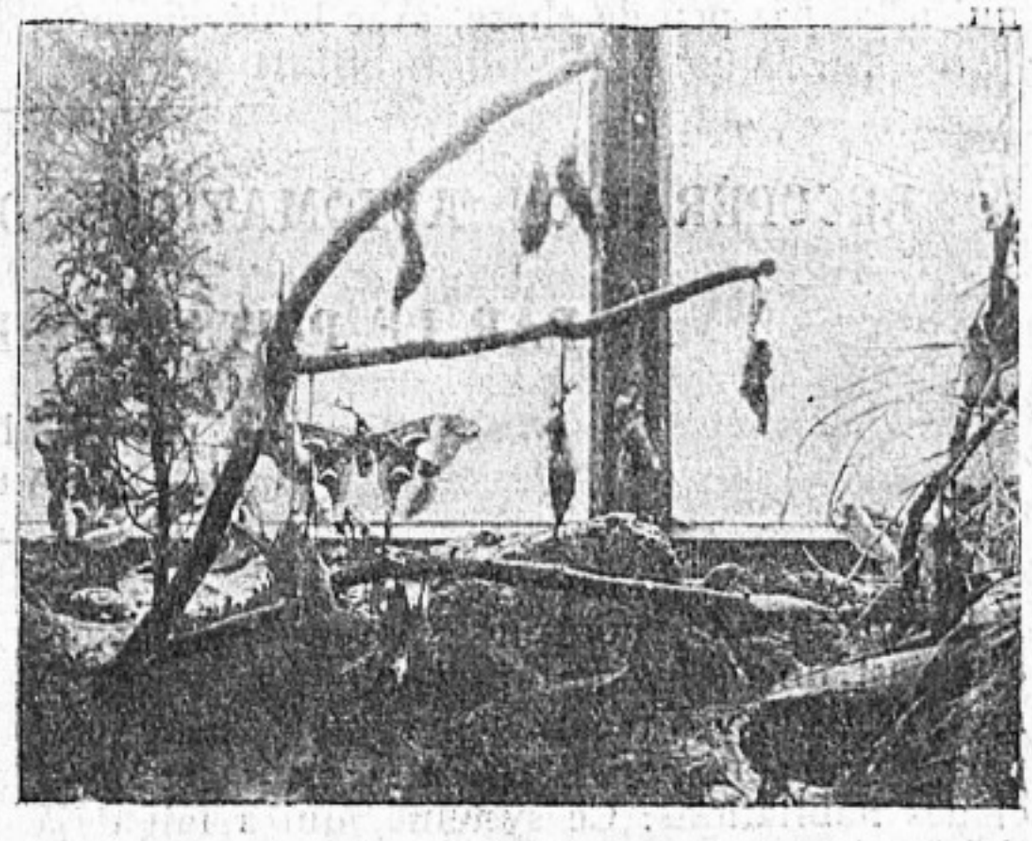


Fig. 225. — Le Cynthia — Le Papillon et ses cocons.

qûre particulièrement redoutable, sont exposés ; à la belle saison on voit diverses Araignées, c'est tout ce qui est montré des Arachnides, en attendant des Mygales, dont on n'a pas encore pu obtenir l'envoi.

Des Caméléons d'Algérie sont bien les plus invraisemblables que l'on puisse imaginer : leur aspect de Chimères sorties d'une imagination diabolique, leurs yeux capables de se diriger dans tous les sens, indépendamment l'un de l'autre. leur queue prenante, leurs mouvements lents et surtout la capture de leur proie avec leur langue télescopable, qu'ils peuvent projeter à 15 centimètres et plus, on ne sait ce qui est le plus surprenant chez ces curieux lézards.

Le Dr Jeannel n'aurait eu garde d'oublier les animaux cavernicoles, qui sont ses sujets d'étude préférés ; il leur a consacré deux cages, aménagées pour rappeler aussi exactement que possible le milieu naturel des grottes. Plusieurs animaux y ont déjà figuré : Coléoptères, Crevettes (*Niphargus*), mais malheureusement ils sont de faible taille, et craignent la lumière, de sorte qu'ils se dérobent le plus souvent à la vue du visiteur ; une série de Sauterelles cavernicoles (*Dolichopoda*) arrivées récemment, offre un sujet d'étude et d'observation plus favorable.

L'entretien de cette installation demande un travail considérable : les aquariums s'encrassent de mousse, les vitres se ternissent, il faut nourrir quotidiennement les pensionnaires, chacun suivant son régime. Le Dr Jeannel a la chance d'être aidé par un personnel digne de tout éloge ; son collaborateur immédiat, M. Comignan, zoologiste distingué, lui apporte le zèle le plus parfait et aussi une grande compétence ; M. l'abbé Foucher, bien connu par ses élevages de Phasmides, l'assiste de ses conseils lors de ses passages à Paris ; MM. Saulais et Berger assument la besogne matérielle, ce qui n'est pas peu de chose, avec le dévouement de gens qui aiment ce qu'ils font. Grâce au travail de tous, la netteté de la maison, la propreté de toute l'installation en sont un des charmes.

Ce Vivarium a un but multiple : ménagerie, il intéressera le public, l'instruira et lui montrera tout l'attrait et toute l'importance que peut avoir l'étude de ces petits animaux ; sa place était bien marquée dans le pays de Réaumur, de Fabre et de Ferton. C'est aussi un centre d'étude pour les artistes quand ils en auront appris le chemin comme ils connaissent celui des autres ménageries, ils y viendront prendre les attitudes réelles et multiples de ces animaux en vie. Ce doit être aussi un établissement d'études purement scientifiques, des pièces sont réservées à l'élevage d'animaux dans ce but.

Je voudrais terminer ces lignes brèves et sèches de description par un appel à tous ceux qui aiment les choses de la nature. Maintenant que le Vivarium est parti avec un bel élan, il faut que tous contribuent à le faire vivre. Ce qui lui est le plus nécessaire actuellement, c'est le renouvellement continu de son matériel vivant : les animaux ont pour la plupart une vie éphémère ; même dans les conditions naturelles, leur cycle vital s'effectue en quelques semaines, rarement quelques mois, à plus forte raison disparaissent-ils vite dans les conditions artificielles d'élevage en captivité. Il faut donc un remplacement incessant. Tous ceux qui habitent la campagne dans nos climats, peuvent rendre un grand service en envoyant de petits animaux vivants, Insectes ou autres. Cet appel s'adresse aussi aux personnes habitant les colonies ou autres pays tropicaux : le Vivarium n'a pas encore reçu d'envoi de ces régions, ce qui est très regrettable, car les formes intéressantes y abondent. Le Directeur du Vivarium, (57, rue Cuvier, Paris 5e) donnera volontiers tous les renseignements nécessaires.

RÉCUPÉRATION AUTOMATIQUE DE L'HUMIDITÉ ATMOSPHÉRIQUE

PAR LE PUITS AÉRIEN, SYSTÈME KNAPEN

par **V. NEVEUX**
Ingénieur des Arts et Manufactures

L'appareil que nous nous proposons de décrire est une nouvelle application du « siphon monobranche », inventé depuis bien des années, par M. Knapen, pour l'assainissement des murs et des habitations. Ce système, qui a fait déjà l'objet de nombreuses communications, et dont les applications tant en France qu'en Belgique, sont déjà nombreuses, vient d'être adopté, d'une façon générale, pour la restauration du Château de Versailles, et de ses dépendances. Nous allons en rappeler le principe, afin de mieux faire comprendre le fonctionnement du puits aérien.

L'humidité des murs, quel qu'en soit l'origine, soit qu'elle provienne du sol, par suite de

la capillarité des matériaux, soit qu'elle résulte de condensations atmosphériques dans l'intérieur des pierres ayant une certaine porosité, occasionne un état malsain et tous les inconvénients et accidents dûs aux végétations s'accrochant aux murs, aux ruptures, fendillements, dislocations des joints, lorsque, par suite d'une élévation ou d'un abaissement brusque de température, de gelées, l'eau en se dilatant, fait briser les pierres ou les soulève, comme cela se voit pour les marches extérieures d'escalier.

Afin d'éviter ces dégradations, M. Knapen dispose dans les murs, sur une ligne horizontale, à écartement convenable les uns des autres et de 0 m. 50 à 1 m. environ au-dessus du sol, des tubes poreux, en terre cuite, légèrement inclinés vers le sol. Ces tubes ne pénètrent que jusqu'à mi-épaisseur du mur, et débouchent, à leur partie basse, vers l'extérieur, sur les deux faces. L'air, pénétrant dans les tubes, atteint la partie centrale du mur, à température différente des parois, se charge d'humidité,et ressort, formant ainsi deux couches superposées, d'où le nom de « siphon monobranche ». Le fonctionnement est continu, de sorte que, après enlèvement de l'humidité existante, ce qui nécessite de quinze jours à six mois, suivant la nature des matériaux et les conditions climatériques, le mur reste continuellement sec.

La fig. 226 représente la coupe d'un mur sur lequel le système est appliqué, et la fig. 227 une coupe de ces tubes, dont le diamètre intérieur est de 30 millimètres.

Ces tubes étant poreux, attirent l'humidité du mur et s'en imprègnent. L'air, en y pénétrant, se charge à son tour de cette humidité, et d'autant plus qu'il se rapproche de la partie centrale, dont la température est plus élevée ; mais, en même temps, par suite de la vaporisation de l'eau, cet air se refroidit, augmente de densité, et retourne vers l'extérieur, formant une couche au-dessus de celle d'arrivée de l'air.

Comm on le voit sur la fig. 226, la moitié des siphons se trouve déboucher dans l'intérieur des pièces. Pour qu'ils fonctionnent dans de bonnes conditions, il est indispensable que l'air intérieur du local soit renouvelé, et en tous les points, aussi bien dans les angles qu'ailleurs. Nous verrons, dans un prochain article, comment on peut y arriver.

Ce siphon monobranche est utilisé également pour les escaliers en pierre, placés au dehors. Les marches, avec le temps, perdent leur alignement, les joints se gonflent, par suite de l'humidité venant du sol, et des variations de température ou de pression atmosphérique (pour un abaissement barométrique de 760 à 750 mm., l'effort exercé par les gaz contenus dans le sol, en se détendant, atteint 130 kg. par mètre carré). L'effort ainsi exercé sur les joints, n'étant pas partout le même, ceux-ci travaillent inégalement, et parfois les pierres se cassent en deux. Pour éviter ces effets destructeurs, des siphons

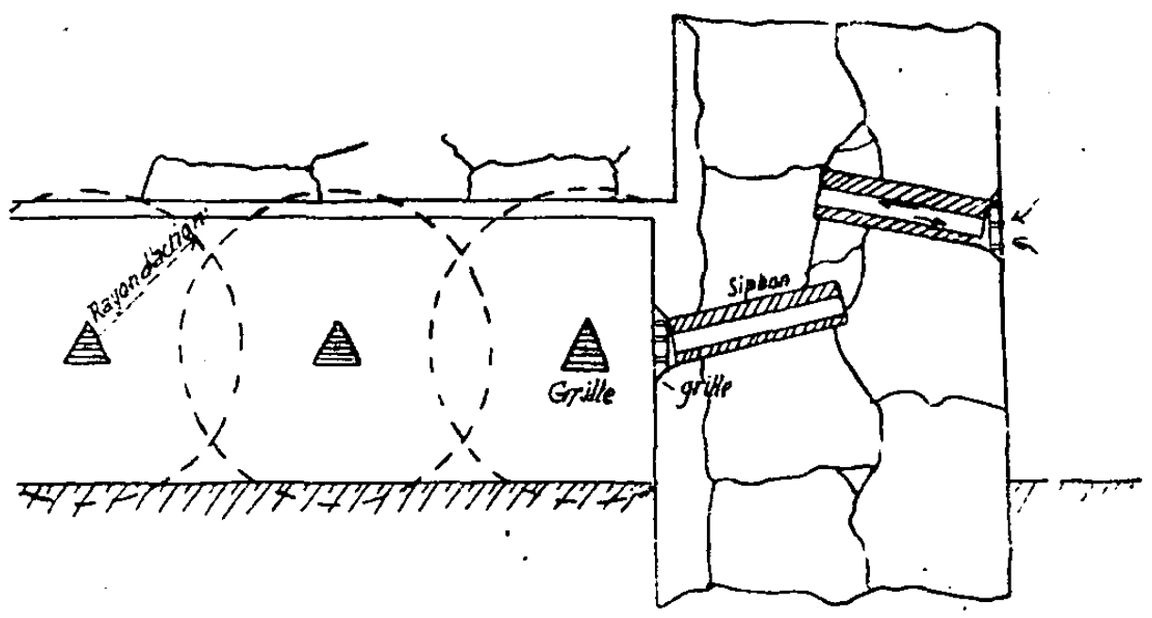


Fig. 226 — Coupe et vue longitudinale d'un mur montrant la disposition du syphon monobranche.

sont installés dans les joints, comme on le voit à la fig. 228 et on leur donne la longueur de la marche, pour venir enlever l'humidité du sol, en arrière de la pierre.

Le même phénomène se produit sur les dalles d'églises. Par variations barométriques, l'eau ressort, faisant taches sur ces dalles.

La fig. 229 nous montre une photographie du Château de Versailles, avant et après application des siphons.

Pour les statues, un siphon dans le socle, fera disparaître toute trace d'humidité ainsi que la mousse et les végétations, qui se dessècheront.

A la Chaise-Dieu, dans la Haute-Loire, des siphons disposés en-dessous de la peinture murale représentant « La Danse Macabre », a non seulement supprimé toute boursouflure, mais a même ranimé les peintures. Celle-ci, par suite de l'humidité dont elles étaient chargées, avaient perdu de leur vivacité.

C'est le phénomène inverse que M. Knapen utilise dans son « puits aérien ». Il condense, grâce aux variations de température à l'intérieur et à l'extérieur des murs d'une tour, et fait déposer, à l'intérieur de cette tour, l'humi-

dité contenue dans l'air chaud environnant.

Avant d'aborder cette description, nous voudrions rappeler la découverte, fort curieuse, faite vers 1890, en Crimée, d'une importante installation, utilisant ces principes, et établie cinq siècles avant Jésus-Christ. Nous dirons aussi quelques mots des études faites par le docteur Alquier sur l'hydrogénèse des pays secs. Ces deux relations sont intéressantes à rapprocher de la solution moderne ; elles montrent aussi comment les civilisations reculent avant d'avancer à nouveau, et font ressortir des phénomènes

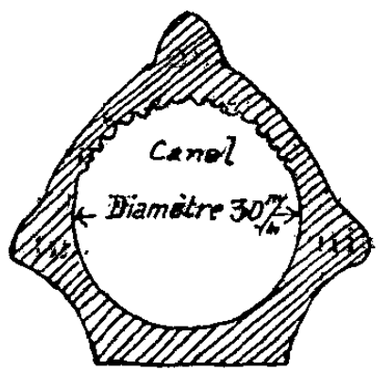


Fig. 227. — Siphon monobranche.

près desquels nous passons sans les remarquer.

Voici, résumée, la communication faite par M. Hittier, sur l'ancienne installation de Crimée :

Cette région, connue à l'époque d'Hérodote sous le nom de « Tauride », était, suivant cet écrivain, un pays très fertile, et faisait partie des magnifiques colonies grecques de la mer Noire (l'ancien Pont-Euxin). Les vignobles y étaient abondants et renommés, la civilisation fort avancée ; mais l'invasion des Barbares détruisit tout, et on croyait que nulle trace n'en était restée ; mais, après l'annexion de la Crimée par la Russie (1883), comme la sécheresse y était terrible et que les habitants en souffraient, le gouvernement décida de faire étudier les moyens d'y amener de l'eau. En 1888 commencèrent les travaux pour la pose d'une conduite devant alimenter la ville de Théodosia, à l'aide d'une source située à 30 kilomètres de la ville, près de la montagne Aguer-Mikh.

Au cours des travaux de terrassements, on mit à jour tout un réseau de tuyaux de grès de 5 à 7 centimètres de diamètre. En suivant ces conduites, on fût amené d'abord aux fontaines, aujourd'hui taries et délaissées de Théodosia, et qui furent jadis au nombre de 114. D'autre part, on s'aperçut que ces conduites de grès remontaient vers les crêtes de la chaîne de montagne entourant la ville et hautes de 300 à 320 mètres environ. Elles aboutissaient à d'énormes cônes ou pyramides, constitués par des morceaux de pierres calcaires concassées, sans forme, de 5 à 10 centimètres de côté, formant chacun un ensemble de 30 mètres de longueur sur 25 mètres de largeur et 10 mètres de hauteur. On compta ainsi treize de ces monticules, sur un parcours d'environ trois kilomètres. C'étaient ces empierrements qui, condensant la vapeur d'eau atmosphérique, alimentaient d'eau potable, il y a plus de deux mille ans, la ville de Théodosia. L'air humide, pénétrant à 'intérieur de ces pyramides, en passant au travers des interstices des pierres, et, rencontrant des surfaces à température plus basse, y déposait une partie de son eau, qui s'écoulait à la partie inférieure. La production d'eau fut évaluée, pour un fonctionnement de huit heures par jour, à 55.000 litres d'eau par jour et par pyramide, soit au total 700.000 litres journellement.

On essaya de remettre en service cette installation ; mais sans succès, la poussière et les végétations ayant rempli les vides et empêchant l'air de pénétrer. Un essai de construction d'un nouvel amoncellement de pierres échoua également, parce qu'on avait utilisé des galets ronds du bord de la mer, et qu'il est absolument nécessaire, comme on l'a reconnu depuis, d'avoir des matériaux anguleux. Toute tentative nouvelle fût abandonnée, ainsi que les travaux commencés, par suite de la déclaration de guerre en 1914.

Cette découverte stimula les chercheurs, on cite les procédés des pâtres italiens pour obtenir de l'eau sur les collines dépourvues de source, où ils mènent paître leurs troupeaux, et consistant à disposer des petits tas de pierres au-dessus de bassins creusés dans le sol et garnis de terre glaise. Pendant la nuit, l'air chaud et humide

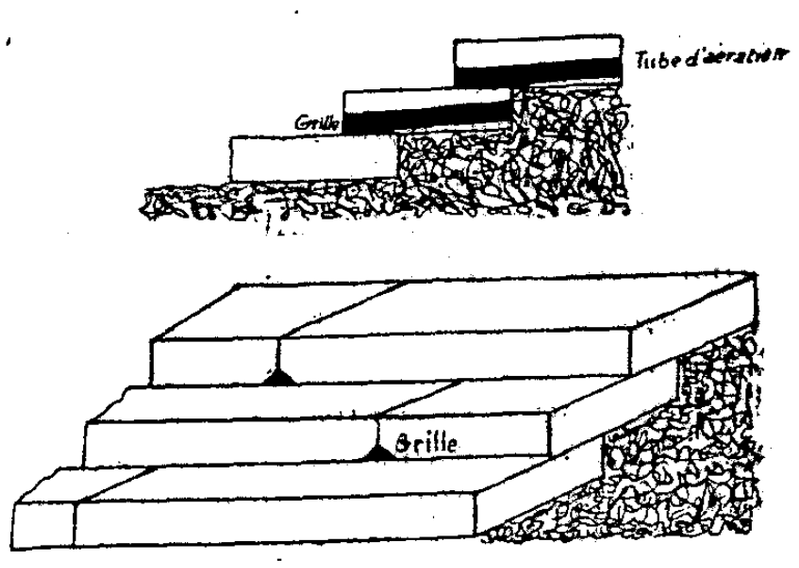


Fig. 228. — Stabilisation des marches d'escalier en pierre. Système Knapen.

vient déposer son eau à l'intérieur de ces amas de pierres, et le matin le petit bassin est rempli.

Le docteur Alquier expliqua, de la même façon, la formation de sources, dans le désert, au pied de collines de sable. On constate, en effet, parfois, des accumulations d'eau, en des points où des sondages n'ont donné aucun résultat. Jusqu'alors, on n'avait pu trouver d'explications, et ce fut le docteur Alquier, qui, dans divers rapports démontra que ces eaux ne pouvaient pro-

venir que de condensation de la vapeur d'eau atmosphérique à l'intérieur de la colline. L'air, pénétrant à travers les grains de sable, rencontre des régions froides, la vapeur se condense, et il suffit qu'une couche d'argile, pas trop profonde, se trouve en-dessous du sable, pour que l'eau condensée vienne déboucher sur les flancs de la colline, au lieu de s'accumuler dans le fond sablonneux du désert. Ces études, très complètes, sont connues sous le nom d'hydrogénèse des pays secs. Comme conséquences, le docteur Alquier recommande, dans les pays secs et chauds, la charrue, comme moyen de fertilisation, « celle-ci valant la plus abondante et la plus opportune des pluies »; et au sujet du Sahara, il dit en particulier : « La pluie n'étant que le trop plein, au-dessus du point de condensation, d'un courant aérien qui, après s'être déchargé, reste

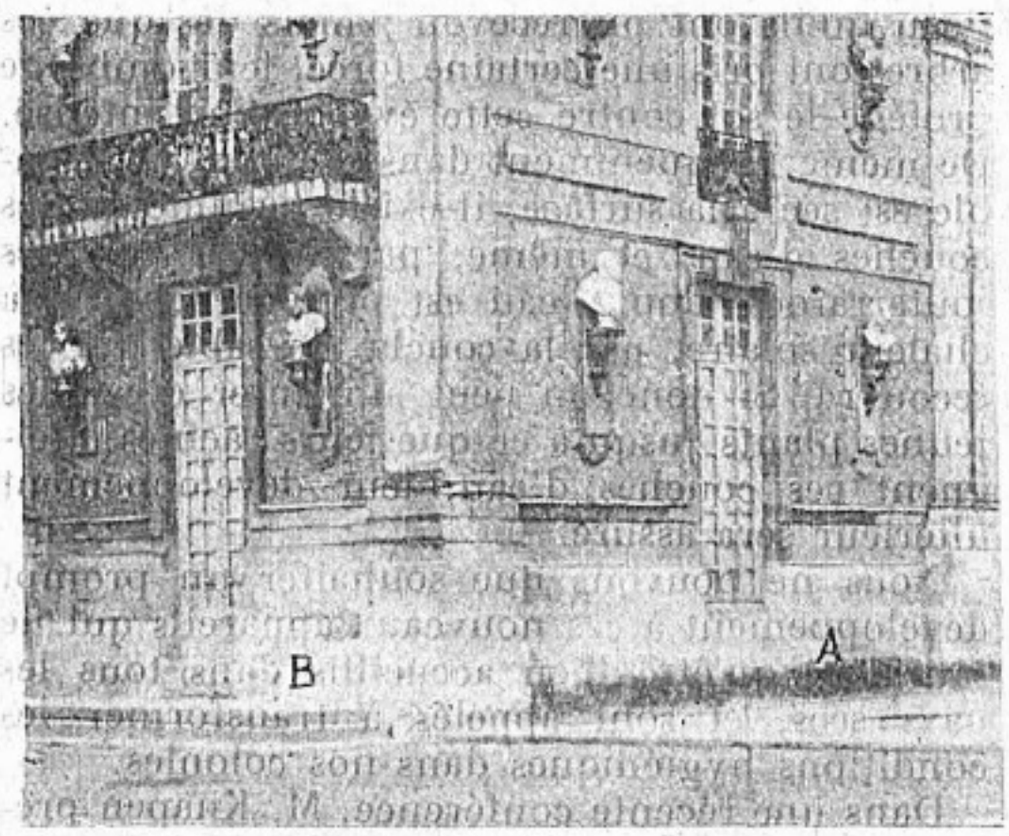


Fig. 229. — Chateau de Versailles.
A. — Partie non traitée. On voit l'humidité générale au bas des murs.
B. — Partie traitée et assainie. On aperçoit les grilles cachant les siphons monobranches.

voisin de ce point, et peut encore retenir, sous les latitudes chaudes, 20 à 25 gr. d'eau par mètre cube, tandis que le Sahara, sans tenir compte de ce point, absorbe la presque totalité de la vapeur qui passe à sa surface. Si celui-ci pouvait dessécher l'atmosphère sur une grande épaisseur, il recevrait plus d'eau, par cette absorption régulière, constante, en tout temps et toutes saisons, sans discontinuité, que ne pourraient lui en donner et lui laisser, des pluies abondantes, mais espacées et irrégulières. Le Sahara est riche en eau, il nous appartient d'en tirer parti et de faire cesser sa réputation de Pays de la Soif. »

Ayant eu connaissance des découvertes dont nous venons de parler, M. Knapen songea alors à remplacer les constructions empiriques de pierres accumulées, et à en perfectionner le fonctionnement, en utilisant les principes et les dispositions qu'il applique déjà pour l'assainissement des habitations. Voici comment il opère :

Son condensateur atmosphérique ou *puits aérien*, comprend une construction s'élevant au-dessus du sol et formée de matériaux quelcon-

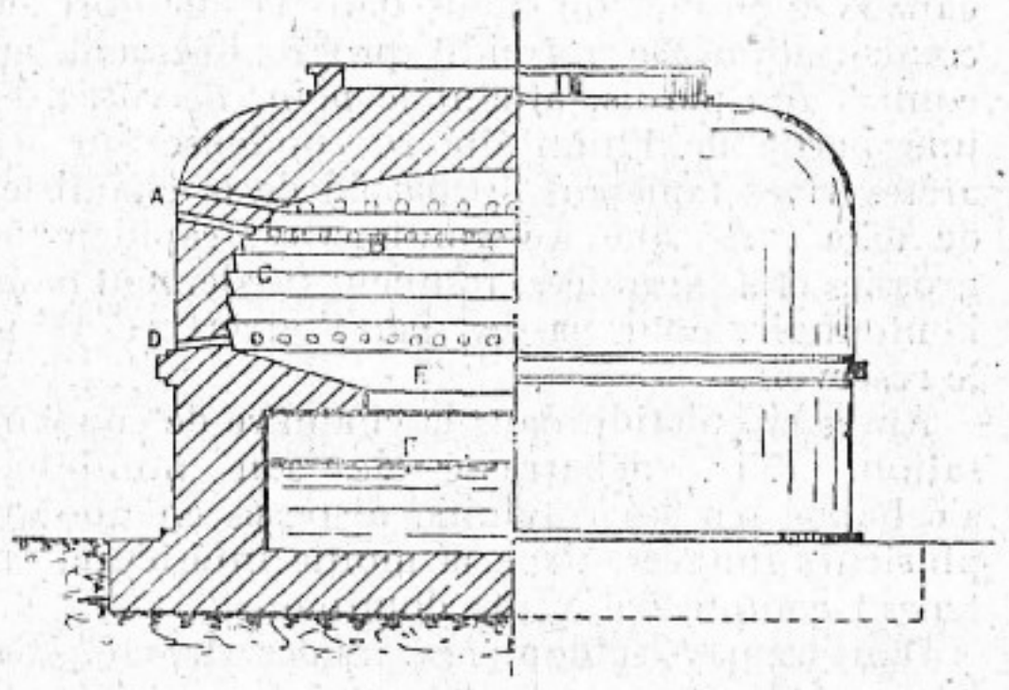


Fig. 230. — Puits aérien système Knapen.
A — Tubes spéciaux d'entrée d'air.
B — Chambre de condensation.
C — Redents couvrant la surface de la voûte de la chambre, pour la formation des goutelettes.
D — Tubes de sortie de l'air.
E — Cône de réception des goutelettes.
F — Réservoir d'accummulation et de réserve de l'eau condensée.

ques, pierres naturelles ou artificielles. Cette construction présente soit la forme d'une tour, ronde, carrée, ovale ou pentagonale, soit celle d'une coupole (voir fig. 230), soit encore une forme allongée, en meule ou tumulus, suivant qu'elle devra résister à des tempêtes de sable ou à des ouragans.

Des conduites en terre cuite poreuse, à section polygonale extérieure, rappelant le *siphon monobranche*, mais à section décroissante, en forme d'entonnoir ou de barbacane, sont placés, la grande ouverture tournée vers l'extérieur, dans la partie supérieure de la tour, et inclinés en sens inverse, soit inclinés vers le dehors dans la partie inférieure.

La chambre intérieure est tapissée d'angles vifs et proéminants placés verticalement, de façon à favoriser l'action de condensation due à ces arêtes vives.

Enfin, à sa partie inférieure, la chambre forme entonnoir, communiquant, par une ouverture, avec un réservoir étanche, de préférence installé dans le sol.

L'emplacement de ces puits aériens doit être choisi, autant que possible, sur des élévations de terrains. Au cas où ils seraient établis dans les plaines, on devrait les surélever sur des soubassements.

Etant surélevés, on pourra distribuer l'eau des bassins par canalisations .

L'épaisseur des parois de ces chambres doit être calculée en tenant compte des extrêmes du climat local, de la densité et de la chaleur spécifique des matériaux.

Le fonctionnement se comprend facilement : l'air chaud, chargé d'humidité, pénètre par les canaux d'entrée, du haut, dans la chambre de condensation, se refroidit progressivement au contact des parois, atteint le *point de rosée*, et une partie de l'humidité se condense sur les arêtes vives tapissant les paroid de la chambre, de telle sorte que les gouttelettes, rapidement grossies et accumulées, tombent finalement dans l'entonnoir, pour passer, par l'ouverture, dans le réservoir.

Après circulation dans la chambre de condensation, l'air, débarrassé de son humidité, s'échappe par les conduits, disposés en une ou plusieurs rangées, dans la moitié inférieure, en tenant compte des vents dominants.

Dans les pays sablonneux, les déserts, etc., des barrages de plantes, de pierres sèches, etc., peuvent être établis pour éviter l'ensablement.

On peut évaluer le rendement d'un de ces puits, d'une centaine de mètres carrés de surface de condensation, de 35.000 à 55.000 litres d'eau par jour, suivant conditions climatériques.

La proportion d'eau condensable croît rapidement avec la température. C'est ainsi que, à 10 degrés, un mètre cube d'air renferme 9,5 grammes de vapeur d'eau tandis qu'à 40 degrés, il en renferme 46,4 gr. (au lieu de $9{,}5 \times 4 = 38$) ; de même, pour une différence de 5° (entre 5° et 10°), nous trouvons 2,3 gr. d'eau, alors qu'entre 35° et 40°, cette différence atteint 11,4 gr. Ces remarques font ressortir l'abondante condensation qu'il est possible de réaliser, par exemple, dans le Sahara, où la différence des températures diurne et nocturne peut aller jusqu'à 30-35° et plus (jour, 40 à 50° *à l'ombre*, 70-71° au soleil, nuits fraîches) tandis qu'en France, en été, elle n'est que de 8° à 10°.

Il est facile de juger toute l'importance de ces appareils dans les colonies, où on ne trouve souvent à boire que des eaux saumâtres et malsaines. On pourra, avec les matériaux recueillis sur place, établir un puits assurant les besoins en eau potable et fraîche. Une couche d'huile évitera son évaporation et son altération par les moustiques.

On sait qu'en Algérie, en Tunisie, l'élevage des bestiaux et des moutons a pris une grande importance, et que dans les périodes de sécheresse, la mortalité est très forte dans les troupeaux. Là encore, le *puits aérien trouvera* son utilisation.

Enfin, on peut envisager aussi les plantations. Bien des régions ne sont désertes que parce que les jeunes plants périssent par suite du manque d'eau, la chaleur évaporant trop rapidement l'eau qu'ils ont pu recevoir ; mais dès que ces arbres ont pris une certaine force, leur ombrage protège le sol contre cette évaporation intense. De même, fréquemment dans le désert, si le sable est sec à la surface, il existe néanmoins des couches d'eau, et même, parfois, des rivières souterraïnes, dont l'eau est protégée contre la chaleur solaire, par la couche de sable qui les recouvre. Si donc on peut alimenter d'eau les jeunes plants jusqu'à ce que leurs racines atteignent ces couches d'eau, leur développement ultérieur sera assuré.

Nous ne pouvons que souhaiter un prompt développement à ces nouveaux appareils qui ne sauraient qu'être bien accueillis dans tous les pays secs, et sont appelés à transformer les conditions hygiéniques dans nos colonies.

Dans une récente conférence, M. Knapen présentait tout un plan d'attaque du désert, pour y accumuler l'humus, et plus tard, des cultures, comme dans les oasis. Il y a là évidemment une perspective assez curieuse et surprenante, mais qui semble appartenir maintenant au domaine des réalisations.

LE PROSPECTEUR MODERNE ET LA PROSPECTION

par M. THIÉBAUT
Docteur ès-sciences
Chargé de Cours à la Faculté des Sciences de Nancy

Au moment où la consommation des métaux croit sans cesse avec une allure telle qu'il est déjà possible de prévoir dans quelques dizaines d'années l'épuisement des grands gisements métallifères connus, à l'heure où la France appauvrie cherche à s'affranchir des marchés étrangers en recherchant en particulier dans ses colonies les minerais et les gemmes qui lui manquent et dont la valeur annuelle atteint plusieurs milliards, il est bon d'exposer les conditions de ces recherches en mettant en relief ce qu'est vraiment la prospection minière, science très

spéciale, la moins connue peut-être du public, toujours hanté cependant par la découverte de quelque nouvel Eldorado.

Pour le commun, l'empirisme et la chance semblent régner en maîtres dans ce domaine et la notion que beaucoup ont du prospecteur varie avec l'imagination et les goûts de chacun. Pour la plupart, un prospecteur est un chercheur de cailloux, une sorte d'aventurier qui, péniblement et souvent au péril de sa vie, court le monde dans ses régions les moins connues. Un esprit aventureux et une santé robuste semblent devoir être ses principales qualités professionnelles, sinon les seules, et tout homme qui les possède se croit susceptible de devenir l'heureux inventeur de quelque filon fabuleux. Souvent aussi, quelque krack retentissant, finissant parfois fort mal, rend les capitalistes très méfiants quand on leur parle d'affaires de mines.

Plus compétents déjà, l'industriel et le financier définissent volontiers le prospecteur comme un monsieur pas toujours de très bonne éducation, qui « cherche une aiguille dans un tas de foin » et dont les connaissances peuvent très bien consister seulement à reconnaître avec plus ou moins de sûreté quelques minerais communs et à vivre à la façon des indigènes du pays, condition qui leur paraît parfois indispensable pour une bonne réussite.

On doit bien reconnaître qu'un certain nombre de découvertes ont été faites par de tels agents, encore que les bénéficiaires de la chose n'étaient pas toujours ceux qui en avaient fait les frais. Les surprises sont si grandes en matière de reconnaissance, qu'un homme est souvent prêt, lui aussi, à chercher à tirer la plus grosse part du bénéfice de ses découvertes au mépris des règles de la plus élémentaire honnêteté.

Il y a cependant mieux à faire pour explorer et mettre en valeur une région minière : de grosses firmes en particulier d'importantes entreprises belges, l'ont compris. Peu à peu, elles ont été amenées à rechercher, au contraire, des hommes qui, tout en ayant les qualités nécessaires d'endurance et d'esprit d'aventures dont il vient d'être fait état, en possèdent aussi d'autres : de très fortes connaissances scientifiques et pratiques au service d'un caractère ordonné, méthodique et d'une décision prompte et sûre. Ce n'est plus à un simple aventurier qu'elles s'adressent, mais bien à un homme d'élite, spécialisé dans une technique très approfondie. C'est cet homme, ses connaissances et sa méthode de travail que je voudrais m'efforcer de définir dans cette note.

Une mission de prospection, telle qu'on doit la concevoir de nos jours, ne saurait plus être une simple reconnaissance tentée un peu au hasard par un mineur quelconque, nanti de connaissances rudimentaires ; elle doit être au contraire une entreprise sérieuse, raisonnée, préparée, organisée à l'avance et conduite méthodiquement par un spécialiste pourvu de tout un bagage scientifique approfondi et d'un sens pratique particulièrement éveillé, de façon à réduire au minimum les aléas de cette entreprise.

Le but n'est plus ici de ramasser un peu au hasard quelques pierres plus ou moins minéralisées, mais d'explorer scientifiquement une région, d'y étudier en détail les gisements rencontrés en s'aidant de travaux souterrains et d'en préparer la mise en valeur.

Ces trois stades nécessitent chez le chef de mission et chez ses subordonnés un ensemble de connaissances qui dépassent de beaucoup celles du prospecteur d'antan, mais qui, toutes scientifiques qu'elles soient, doivent toujours être subordonnées à des vues essentiellement utilitaires.

Ce sont ces connaissances que nous allons passer en revue, tout en faisant état des diverses opérations que comporte la bonne marche d'une mission de prospection.

Toute recherche de gisements nouveaux doit comprendre comme première phase une étude géologique et pétrographique qui peut du reste être fortement abrégée par les données déjà acquises sur la région à explorer, comme c'est le cas dans la plupart des pays à demi-civilisés. Il n'en est plus de même dans les régions neuves sur lesquelles on possède à peine de vagues données géographiques. Là, une exploration préliminaire, complétée dans les cas favorables par de premières recherches géologiques permettra seule une discrimination entre les zones intéressantes et celles qui sont à priori dépourvues d'intérêt. Ce premier travail ne peut être fait que par un prospecteur géologue et bon pétrographe.

Les longues randonnées qu'il fera dans des régions mal connues nécessitent également chez lui des connaissances en topographie ; souvent même, il devra avoir recours à des opérations géodésiques.

Mais la géologie, la pétrographie et la topographie ne sauraient suffire à elles seules : la minéralogie, la science des gites métallifères et la chimie générale forment une trilogie qui joue ici le rôle essentiel.

La première permettra de déceler l'existence de minéraux très accessoires, souvent à peine visibles, sans intérêt industriel, mais qui, le plus souvent, sont les seuls indices de l'existence d'un gisement, en même temps qu'un guide précieux pour en définir la nature. Ce sont des minerais de surface, rares et pauvres, ne fomant le plus souvent que des enduits ou de faibles imprégnations, quelques gangues, des minéraux quelconques. Tous auraient échappé à notre prospecteur d'autrefois, car ses connaissances se bornaient le plus souvent à reconnaître quelques minerais extraits des gisements où il avait tra-

vaillé. Ce ne sont donc plus seulement quelques espèces minérales qui doivent être familières à l'ingénieur prospecteur, mais bien quelques centaines de minéraux de toutes sortes dont la reconnaissance sûre et rapide lui sera indispensable pour aborder toutes les études sans être pris au dépourvu.

Cependant, un minéralogiste, si savant soit-il, ne saurait distinguer les rapports qui unissent entre eux, dans leurs gisements, les corps qu'on y trouve, car il en est des minéraux comme des plantes : ils existent associés dans les mêmes stations, souvent dans le même sol, et la présence de l'un rend plausible et même probable celle de certains éléments à l'exclusion d'autres.

Tous ces gîtes forment une longue gamme de ces associations qui passent insensiblement de l'une à l'autre comme les couleurs de l'arc-en-ciel. Est-il besoin d'en rappeler au hasard quelques-unes : celle du platine et du chrome, du lithium et de l'étain, de ce dernier et du tungstène, du plomb et du zinc, du potassium et du sodium, de l'émeraude et des tourmalines lithinifères. De telles connaissances permettront à l'intéressé de reconnaître le plus souvent la nature d'un gisement et de sa roche encaissante sur le simple vu de quelques échantillons et, en partant de là, d'en retrouver le gisement.

Mais cette science des gîtes, indispensable au même degré que la minéralogie et que la pétrographie, sur laquelle elle repose, ne peut se raisonner, ne peut véritablement devenir intelligible à l'ingénieur sans de fortes connaissances de chimie minérale et même de chimie physique.

La nature, fort capricieuse, a créé, un peu au hasard, un très grand nombre de ces produits chimiques, fort impurs en général, que nous appelons des minéraux, mais les conditions de leur formation, de leur association et même de leur pureté dépendent essentiellement des propriétés physico-chimiques des éléments entrant dans la composition de ces corps. Seul, un chimiste ne sera pas surpris en présence de ces associations parfois déconcertantes au premier abord, car sa science lui permettra de les raisonner, de les analyser et d'en deviner la synthèse et lui fera écarter à priori l'hypothèse de certains groupements et d'en prévoir d'autres. Là ne s'arrêtent pas les bons offices de la chimie. Grâce à elle, il sera possible au prospecteur de définir lui-même la richesse d'un minerai, d'en préciser les impuretés et d'établir les caractéristiques de son traitement métallurgique.

Nous voici donc en face d'un homme possédant tout un faisceau de fortes connaissances, puisqu'il est géologue, pétrographe, topographe minéralogiste, il possède la science des gites métallifères, de plus, il est chimiste. Et, cependant, ces connaissances ne suffisent pas encore. Saurait-il, en effet, évaluer la valeur de sa découverte ? Un minerai ne vaut que par ce qu'on peut en tirer, par la proportion de produits marchand qu'on pourra en extraire, par les conditions économiques de cette extraction et la valeur de ce produit. A égale teneur, à égale composition minéralogique, deux minerais ne donnent pas obligatoirement le même rendement et les mêmes concentrés ; leurs prix de revient différeront le plus souvent, et ces données sont trop importantes pour qu'un prospecteur sérieux puisse songer un instant à les négliger. Les méthodes d'enrichissement des minerais ne doivent donc pas lui être inconnues.

Il aura également à définir les conditions d'exploitation des gisements qu'il aura découverts, à dire en particulier quelles difficultés techniques elles pourront comporter. Il devra préciser la régularité et l'allure de la minéralisation et vérifier si sa répartition permettra un traçage fructueux, tel qu'on puisse régler par avance l'extraction, d'après les variations du cours du métal, afin de garantir l'avenir sans grands à-coups dans les bénéfices annuels, ou si, au contraire, le gisement, malgré quelques riches passées de minerai, présentera cette grande irrégularité de minéralisation qui caractérise tant de mines métalliques et rend particulièrement circonspects les professionnels avertis.

Une dernière tâche incombe encore à l'ingénieur prospecteur. Il devra, en effet, déterminer les éléments essentiels du prix de revient, inventorier les ressources du pays, définir les conditions de transport des produits, pour préciser en dernier lieu les caractéristiques économiques des gites découverts et, après des tâtonnements et de nombreux calculs, établir l'équation finale qui fixe les bénéfices que peut laisser l'exploitation du gisement découvert et exploré, seule donnée qui intéressera vraiment les économistes et les financiers.

Ce sont, en effet, de telles considérations purement terre-à-terre qui seront ses directives essentielles au milieu de toutes ses études et de tous ses travaux.

L'homme qui vient d'être défini est donc un spécialiste d'une très forte éducation scientifique et technique, et seule l'utilisation de ses compétences permettra d'assurer la découverte de la plus grande partie des gisements miniers d'un pays neuf, sous réserve toutefois d'une mise en œuvre rationnelle de moyens appropriés, et cela pendant un temps suffisamment long. Sans doute, des affleurements de minerais pourront échapper aux premières recherches, mais ils seront d'autant plus rares que le canevas des itinéraires ira en se resserrant.

Malheureusement, une telle étude, par sa durée et les moyens qu'elle exige, nécessite une

très forte immobilisation de fonds dont l'amortissement grèvera fatalement les futures exploitations d'une somme d'autant plus élevée que les régions explorées seront pauvres. Là est la plus grosse part d'aléas, aussi maintes sociétés, pour y pallier dans la mesure du possible, n'hésitent pas à ajoindre à leurs missions de prospection un ou deux spécialistes chargés d'étudier les autres ressources du pays parcouru.

L'organisation de telles expéditions nécessite une préparation d'autant plus longue que seront grandes les difficultés à surmonter. L'étude d'une région déjà connue dans sa cartographie et sa géologie, traversée de routes praticables, pourvue de moyens de transport et de ressources vivrières, se fera beaucoup plus facilement et plus rapidement que celle d'une contrée à peu près complètement ignorée d'accès long et difficile et dépourvue de toutes ressources. Là, évidemment, on opère dans un pays absolument neuf, mais on devra pourvoir à tout et commencer par organiser un service de ravitaillement parfois fort complexe pour assurer la marche en avant. Tout est à créer : bases de ravitaillement, approvisionnement de cette base, pistes à ouvrir, création de centres annexes et de cultures vivrières autour de ces centres, détermination de bases géodésiques, levés topographiques, installation de petits laboratoires où les échantillons pourront être étudiés à fond, recrutement et protection du personnel. Cette tâche incombe entièrement à l'ingénieur chargé de la direction de la mission. La multiplicité de ses fonctions oblige à avoir recours à tout un cadre de sous-ordres : ingénieurs prospecteurs, géodésiens, topographes, médecin et agents du ravitaillement.

Tout doit être prévu d'avance, et les opérations de chacun strictement coordonnées les unes aux autres. Celles-ci ne sauraient se développer avec profit que progressivement, d'après les résultats acquis. Pour mieux mettre la chose en relief, nous prendrons comme exemple celui d'une région à peine connue, éloignée de tout moyen de transport. Là, au début, la découverte de matières précieuses et la mise en exploitation de leurs gisements sera le but essentiel des travaux. Ceux-ci se développeront par phases successives au cours desquelles les capitaux seront progressivement engagés d'après les résultats acquis au cours du développement normal des opérations. Les dépenses à engager doivent toujours être prévues d'avance aussi exactement que possible et avec le double souci d'assurer le bien-être du personnel en observant une rigoureuse économie. Trop souvent, en effet, ces règles de bonne administration si strictement appliquées par l'industrie, sont complètement oubliées par les prospecteurs, qui, tout en vivant fort mal, gaspillent les fonds mis à leur disposition. Cette pratique ne peut que jeter un discrédit profond sur les entreprises de recherches minières. On l'évitera en bonne partie par une préparation minutieuse de la mission avant son départ.

Son chef devra être un prospecteur ayant une longue pratique ; il aura seul pouvoir pour organiser et conduire la mission qui lui est confiée. C'est à lui seul que doit appartenir le choix de tout le personnel et de tout le matériel. C'est à lui seul à répartir la tâche entre chacun et à coordonner les efforts de tous.

Le plus souvent, il enverra d'abord sur place une avant-garde d'une ou deux personnes, dont le commandement sera confié au second de la mission. Celui-ci précisera le point de départ des opérations, c'est-à-dire la base de ravitaillement. Il n'est nullement besoin pour lui de faire état aux yeux de tous, de ses projets. C'est en chasseur, en touriste, en grand sportif, que, sur place, il étudie déjà les conditions suivant lesquelles la mission pourra évoluer. Il fait réunir les premiers vivres nécessaires, prend les premiers contacts avec les autorités locales et renseigne son chef. Celui-ci, en partie sur ces données, arrête le choix de tout son personnel, de tout son matériel. Les moindres détails ne doivent pas lui échapper, car l'omission de l'un d'eux peut suffire à retarder gravement la marche des opérations. Au début, la mission comprendra en somme peu de monde : en tout, trois prospecteurs, un géodésien topographe, un agent subalterne chargé de la comptabilité et du ravitaillement, un médecin et parfois, si c'est nécessaire, un chauffeur mécanicien, six à sept personnes en tout. On se procurera les vivres autant que possible sur place. Des négociants locaux approvisionneront la base de ravitaillement, les premières cultures faites avant l'arrivée du chef de mission pourvoieront au ravitaillement des hommes. Pas d'impedimenta inutiles. On part avec de bonnes tentes, un matériel de campement léger, mais solide et de premier choix, des médicaments, quelques ballots d'échange, un peu d'outillage, une ou deux sondes portatives, de bonnes armes, des munitions abondantes et de premier choix, enfin quelques caisses de matériel de laboratoire, car il faudra étudier tous les matériaux recueillis. Au total, quelques tonnes. Sur place, on renforcera la mission de quelques artisans indigènes soigneusement choisis et de tous les auxiliaires nécessaires.

Le premier but est de créer un centre d'opérations, un dépôt de vivres de réserve et de matériel ; là, on bâtira quelques cases, un petit laboratoire et, si possible, on commencera des cultures vivrières. Un levé d'itinéraire rapide complété de données géologiques permet déjà de s'orienter ; la position occupée sera précisée par le géodésien qui désormais va se déplacer pour commencer en accord avec l'équipe de prospec-

tion le levé de base des itinéraires que celle-ci va parcourir et dont elle précisera les détails. Méthodiquement, précédée d'indicateurs indigènes qui explorent le terrain devant elle et ouvrent au besoin des pistes grossières, cette équipe étudie systématiquement le lit de tous les ruisseaux et tous les affleurements qu'elle rencontre en établissant ainsi un premier canevas géologique. Pendant ce temps, au dépôt, les constructions sont édifiées, les cultures sont faites sous la direction d'un des prospecteurs ; les échantillons recueillis par tous sont soigneusement étudiés par lui. De là partent à dates fixes, vers les équipes, des courriers et de petits convois de ravitaillement. Là aussi arrivent régulièrement les envois expédiés de la base de ravitaillement par un des agents subalternes. De temps en temps, les équipes rentrent, prennent un court repos en rédigeant leurs rapports et remettent en état leur matériel, pendant que s'élaborent les dossiers.

Peu à peu, les données se précisent. L'analyse des premières prises d'essais fait ressortir l'existence de zones minéralisées vraiment exploitables. Renforcées, les équipes de prospection se dédoublent : une partie va explorer avec le géodésien un nouveau secteur qui sera organisé comme le précédent. L'autre va étudier en détail les premières découvertes et commencer les premiers travaux de recherches. Le rôle du chef de mission évolue également : il ne pourra plus guère maintenant que diriger, coordoner les efforts de tous et controler les résultats acquis tout en préparant l'avenir.

Une dernière phase apparaît enfin : celle de l'exploitation. Une nouvelle équipe se forme : c'est à elle que sera dévolue cette tâche. Les autres à leur tour, vont continuer leurs travaux en se reportant sur d'autres secteurs. Cette fois, la période productive apparaît pendant que s'achève la tâche des prospecteurs.

Toutes ces études, leur évolution longue et progressive, nécessitent évidemment un gros effort financier. Mais ce n'est guère que par cette pratique de prospection scientifique qu'une région neuve peut être vraiment mise en valeur. C'est grâce à elle que les Belges ont obtenu au Congo de si beaux résultats. C'est en la faisant appliquer par de véritables ingénieurs éduqués scientifiquement et techniquement à cet effet que nous pourrons enfin extraire de nos colonies les matières minérales que nous sommes encore obligés aujourd'hui d'acheter à l'étranger.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Juin 1928). — *Théorie des Nombres.* 1. Soit θ un nombre algébrique défini par l'équation $\Sigma \lambda_h x^h = 0$, à coefficients entiers rationnels ; $\Sigma |\lambda_h|$ est la *hauteur* de θ ; or e n'étant pas algébrique, il y a lieu d'étudier les relations entre $|e-\theta|$ et la hauteur de θ ; M. *J. Popken* donne des résultats qui complètent ceux que M. Borel a obtenus autrefois.

2. M. *W.-A. Tartakowsky* étudie l'ensemble des nombres représentables par une forme quadratique quaternaire ; il caractérise notamment les cas où, à partir d'un certain rang, ces entiers forment un nombre fini de progressions, et où les formes d'un même genre représentent les mêmes nombres.

Topologie. 1. M. *Paul Alexandroff* énonce une série de résultats concernant, notamment, l'invariance topologique des frontières régulières, et les conditions pour que la somme de deux ensembles dont aucun ne décompose l'espace, jouisse de la même propriété.

2. M. *B. de Kérékjártó* donne une démonstration élémentaire du théorème de Brouwer, d'après lequel, dans une autotransformation du plan bi-univoque, bi-continue, sans point invariant, et à sens d'orientation conservé, on peut autour de chaque point définir un domaine n'ayant aucun point commun avec son image.

Théorie des fonctions. 1. Dans ses recherches sur l'itération d'une fonction holomorphe, M. *R. Tambs Lyche* a rencontré la série

$$\sum_{r=0}^{+\infty} \frac{(s^x - 1) \dots (s^{x-r+1} - 1)}{(s-1) \dots (s^r - 1)} z^r$$

dont il étudie la convergence.

2. Comme le montre M. *Nikola Obrechkoff*, une série de Taylor, sommable par la méthode de M. Borel à l'intérieur d'un certain polygone, est encore sommable par la même méthode en tout point z d'un côté du polygone qui passe par la singularité a ($z \neq a$) s'il existe autour de a un angle arbitrairement voisin de 2π où $(z-a)^{\delta} f(z)$ reste uniformément borné ($0 < \delta < 1$).

3. A l'aide d'un théorème de M. A. Bloch, M. *Georges Valiron* généralise une proposition récente de M. Ritt ; il montre, notamment, que si $f(z)$ est régulière à distance finie pour $\mathcal{R}(z) > R$, ne prend pas dans ce demi-plan les valeurs 0 et 1, et s'il existe des nombres positifs λ et a_1, et un nombre a_0 ($\neq 0$ et 1) tel que lorsque z s'éloigne indéfiniment sur l'axe réel positif

$$\lim f(z) = a_0, \quad \lim |f'(z)| \, e_{\lambda z} = a_1,$$

dans ces conditions on aura $R > R_0$, R_0 ne dépendant que de a_0, a_1 et λ.

Théorie des groupes. 1 et 2. Généralisant un résultat récent de H. Weyl, M. *E. Cartan* montre comment on peut déterminer un système orthogonal complet dans tout espace de Riemann clos jouissant de la propriété d'être son propre symétrique par rapport à chacun de ses points (dans le cas très particulier de la sphère on retrouve ainsi

les fonctions sphériques de Laplace). On obtient la solution du problème en s'appuyant sur la théorie des équations intégrales ou sur la théorie des groupes. Comme applications, l'Auteur cite le cas des espaces de rang 1 à courbure constante positive, et celui des espèces hermitiens elliptiques. Dans une seconde Note, l'éminent géomètre étend ses résultats à tout espace de Riemann clos, à métrique partout régulière, admettant un groupe continu transitif de déplacements, et il signale divers problèmes de topologie ou de géométrie en relation avec la théorie précédente.

Analyse. 1. La liaison entre la théorie des équations aux dérivées partielles du premier ordre à deux variables indépendantes et celle des équations de Monge à deux fonctions inconnues d'une variable est une théorie classique. M. *E. Goursat* montre comment on peut étendre cette théorie au cas de $n+2$ variables.

2. Soit $y=\Phi(x_0, y_0)$ la solution de $y'=F(x, y)$ prenant pour $x=x_0$ la valeur y_0; on connaissait déjà la continuité de $\frac{\partial\Phi}{\partial x_0}$ moyennant l'existence de $\frac{\partial F}{\partial x}$; M. *Remes* montre que cette hypothèse n'est nullement nécessaire, et il généralise de diverses façons la conclusion précédente.

3. M. *J. Delsarte* recherche les fonctionnelles invariées par le groupe de rotations fonctionnelles qu'il a récemment introduit; ces fonctionnelles sont des fonctions d'un système de solutions particulières d'une certaine équation intégrale.

4. M. *Mandelbrojt* présente différentes remarques au sujet de sa Note récente sur la composition des familles normales.

5. Le domaine d'existence des solutions d'une équation différentielle (ou aux dérivées partielles) ou intégrale peut-il coïncider avec celui des données? M. *Léon Pomey* signale l'importance que présente à cet égard l'ordre des dérivées ou des intégrales figurant dans l'équation.

6. Habituellement, pour démontrer qu'à chaque valeur caractéristique du noyau d'une équation de Fredholm ne correspond qu'un nombre fini de fonctions fondamentales on suppose l'existence des traces du noyau. Or, comme le montre M. *D.-Th. Egoroff* le résultat précédent est valable pour tous les noyaux sommables et de carrés sommables relativement à chaque variable. Cette généralisation entraîne diverses conséquences, notamment pour les noyaux symétriques.

7. M. *Alfred Rosenblatt* généralise ses résultats antérieurs sur l'unicité des solutions de $y'=f(x, y)$ nulles à l'origine dans le cas où l'on a

$$\left|\frac{f(x, y_2)-f(x, y_1)}{y_2-y_1}\right| \leqslant \frac{k}{|x|}\ (k<1).$$

8. Soient $f_n(z)$ des fonctions holomorphes dans D, y tendant uniformément vers ∞ avec n; et Δ un domaine fermé quelconque complètement intérieur à D; d'après des résultats de M. Mandelbrojt, de toute suite partielle on peut en extraire une autre telle que

$$\frac{\log|f_n(z)|}{\log|f_n(z_0)|}$$

tende uniformément dans Δ vers une fonction harmonique limite; l'ensemble de celles-ci constitue le noyau de la suite donnée. M. *Miécislas Biernacki* énonce certains théorèmes valables dans le cas où le noyau ne contient pas la constante 1, et concernant, notamment, le nombre des zéros des fonctions et de leurs dérivées.

9. M. *V.-A. Kostizin* donne sous une forme explicite la solution d'une équation intégro-différentielle linéaire, et il en détermine des valeurs critiques.

10. M. *Raphaël Salem* étudie à l'origine les séries $\Sigma \frac{\sin nx}{\psi(n)}$ où $\psi(n)$ est une fonction positive non décroissante et $\Sigma \frac{\cos nx}{\psi(n)}$ où $\psi(n)$ croît indéfiniment avec x; l'étude de l'ordre de grandeur des fonctions permet de reconnaître directement l'intégrabilité au sens de Riemann ou à celui de M. Lebesgue.

11. Lorsque le rapport de $F(x+h)-F(x)$ á la fonction d'intervalle $\varphi(h)$ peut être rendu arbitrairement voisin de $f(x)$ en des points dont la répartition sur (0, 1) tend à devenir uniforme, et le nombre, infiniment grand, M. *André Roussel* dit que $F(x)$ admet une pseudo-dérivée par rapport à $\varphi(h)$ et il étudie les propriétés de cette pseudo-dérivée.

12. M. *Alexandre Ghika* envisage les fonctions de carré sommable le long des frontières de leurs domaines d'holomorphie et il montre que ces fonctions jouissent de propriétés d'un type classique (représentabilité par l'intégrale de Cauchy, par des développements en séries de fonctions orthogonales de la même famille, ...).

Géométrie infinitésimale. 1 et 2. Après avoir étudié l'affineur de torsion d'une connexion métrique, et généralisé ainsi un théorème de M. O. Meyer, M. *V. Hlavaty* donne une interprétation des coefficients V_{hik} de Ricci définissant la connexion d'une variété relativement à des congruences normales.

5. De même, M. *G. Vranceanu* étudie le calcul différentiel absolu des congruences orthogonales; il montre notamment, qu'au groupe de transformations orthogonales de ces congruences correspond une géométrie de Riemann et inversement; qu'au groupe précédent étendu des dilatations correspond la géométrie conforme.

3. M. *Marcel Vasseur* reprend le problème de la détermination des réseaux conjugués coniques ou cylindriques subsistant dans la déformation d'une surface; il montre comment le problème se rattache à divers résultats de M. Gambier et comment on peut obtenir, non seulement les cas de déformation continue, mais encore les couples isolés.

4. M. *R. Cœnen* indique diverses formules relatives à la courbure géodésique moyenne, et à la courbure totale de deux surfaces isothermiques se correspondant par plans tangents parallèles.

Mécanique. Reprenant des recherches antérieures, M. *Frontard* recherche quelles doivent être les courbes de profil du talus d'un massif argileux cohérent pour que l'une au moins de ses surfaces de glissement soit plane. Il obtient notamment des profils logarithmiques qui fournissent des talus en équilibre stable, si haut que soit leur crête; leur application pourra donc être avantageuse dans la pratique des grands travaux.

Elasticité. 1. M. *A. Mesnager* complète ses résultats récents sur la pièce rectangulaire subissant des pressions normales sur ses bases; il étudie le cas de la plaque encastrée et celui de la tige subissant seulement des cisaillements aux bases.

2. M. *Carl A. Garabedian* reprend le problème des plaques épaisses, posées ou encastrées sur un contour circulaire ou rectangulaire et chargées au centre; de ses formules qui rectifient une erreur de Barré de Saint-Venant, erreur restée inaperçue jusqu'ici, résulte une analogie

intéressante entre le cas du cercle et celui du rectangle; elles laissent prévoir certaines conséquences générales indépendantes de la forme du contour.

3. A l'aide du théorème de Green, M. *Benjamin Meisel* détermine la torsion des corps prismatiques de section transversale simplement connexe.

4. Poursuivant ses recherches sur les spiraux, M. *J. Haag* fait intervenir des forces indépendantes des paramètres q_i ; il forme le système intégro-différentiel dont dépend la déformation du spiral et obtient les conditions d'isochronisme. Ses formules pour la variation de la période d'oscillation comportent diverses adjonctions importantes relatives aux formules classiques; elles permettent de montrer que pour le spiral cylindrique les courbes terminales doivent entrer en ligne de compte; ces courbes semblent avoir une influence négligeable pour le spiral plat.

Astronomie théorique. M. *P. Swings* montre comment on peut former un potentiel riemannien fournissant des intégrales premières équivalentes à celles du ds^2 d'un champ stationnaire à symétrie sphérique, et il étudie, de même, l'identification des orbites pour un potentiel riemannien et un $ds^2 = G_1(r)dr^2 + G_2(r)\ r^2\ d\theta^2$.

Physique mathématique. 1. M. *Th. de Donder* traduit en langage relativiste les deux principes de la Thermodynamique.

2. Revenant sur le problème de la formation d'une suite complète de fonctions normalisées, utilisables pour le calcul des marées statiques avec des continents et un globe indéformable ou élastique, M. *Marcel Brillouin* montre comment on peut substituer à la méthode des moindres carrés qu'il avait employée, une méthode directe et générale. Comme il l'indique lui-même, le procédé qu'il propose soulève plus d'une question importante à résoudre.

Calcul des probabilités. 1. Dans des recherches météorologiques, M. L. Besson a calculé les probabilités de certaines singularités d'une grandeur régie par la loi du hasard; il s'est placé successivement dans le cas d'une grandeur pouvant prendre un grand nombre de valeurs également probables et dans le cas d'une grandeur suivant la loi de Gauss; ce qui l'avait conduit pourtant à des résultats identiques de part et d'autre : M. *G. Rempp* en donne la raison.

2. Mlle *Sophie Piccard* et M. *D. Mirimanoff* étudient les courbes

$$y = \frac{\Gamma(x+1)\ \Gamma(s-x+1)}{s!}\ p^x q^{s-x}$$

(p et q positifs et de somme 1; s entier $\geqslant 0$; y peut être développée suivant les puissances de $1 : \sqrt{spq}$ les coefficients étant certains polynomes dont les Auteurs signalent diverses propriétés.

3. M. *J. v. Neumann* indique notamment un théorème qui résout le problème du jeu de deux personnes posé récemment par M. Borel. RENÉ GARNIER.

Physique

Horloge à remontage automatique. — Dans son livre intitulé « Technica Curiosa », le Père Gaspard Schott signalait déjà, en 1664, au chapitre « Horometra perpetua », la manière de faire marcher indéfiniment une horloge en utilisant l'énergie de l'atmosphère. Mais, malgré les nombreuses tentatives qui ont été faites jusqu'ici, il semble qu'aucun dispositif vraiment pratique n'avait été réalisé Dans toutes ces horloges, on rencontre un mouvement d'horlogerie et un dispositif de remontage qui utilise la dilatation et la contraction des métaux, des liquides ou des gaz, sous l'influence des variations quotidiennes de la température atmosphérique, l'énergie ainsi produite étant accumulée dans un ressort qui entretient le mouvement d'horlogerie.

Mais l'énergie que permettent de produire, avec un dispositif d'encombrement réduit, des variations de température quotidiennes de 1 ou 2 degrés seulement, est forcément très faible; il est donc nécessaire que le mouvement d'horlogerie consomme le moins d'énergie possible.

M. Reutter, à qui nous empruntons tous ces renseignements, a décrit récemment, devant la Société française de physique (Séance du 4 mai 1928), une horloge à remontage automatique dont deux modèles ont été construits et ont fonctionné régulièrement depuis 8 mois. Il montre, tout d'abord, la nécessité de réduire au minimum la puissance nécessaire au fonctionnement de l'horloge. Les horloges et les montres de modèle courant consomment, pour 24 heures de marche, une énergie de 150 grammes-mètres environ, mais en réalisant une horloge ayant pour régulateur un pendule de torsion dont la période est de une minute, cette énergie peut être réduite à 15 grammes-centimètres, environ mille fois moindre.

Ce résultat est dû, d'une part, au fait que le pendule a un amortissement très faible et, d'autre part, au fait que le nombre des rouages démultiplicateurs peut être diminué, la roue d'échappement ayant déjà un mouvement très lent.

Le pendule de torsion a une forme particulière qui lui donne une grande stabilité et qui lui permet de recevoir facilement, de l'échappement à ancre, les impulsions qui entretiennent son mouvement.

Dans le modèle décrit par M. Reutter toutes les causes de pertes d'énergie ont été éliminées le plus possible; le ressort moteur hélicoïdal a un rendement de 94 o/o et contient une réserve d'énergie suffisante pour actionner l'horloge pendant 3 semaines environ.

L'horloge utilise, comme force motrice, les déformations que subit un soufflet métallique très élastique, plein d'air, sous l'influence des variations de la température et de la pression extérieures. Le travail qui résulte d'une variation de température de 1° C. ou d'une variation de pression de 3 mm. de mercure est de l'ordre de 36 grammes-centimètres.

Tout le mécanisme est logé dans une cloche de verre hermétiquement close et qui sert de réservoir d'air.

L'horloge fonctionne sans huile, ce qui évite l'encrassement des rouages qui sont absolument à l'abri de la poussière.

L'énergie mise en jeu étant extrêmement faible, l'usure des rouages est presque nulle, la marche peut donc être de très longue durée. A. Bc.

Chimie physique

L'indice de tassement des atomes. — Au début du XIX^e^ siècle, au moment où la chimie moderne posait ses bases fondamentales, les poids atomiques, déterminés tout d'abord, semblaient devoir être des multiples approximatifs de celui de l'hydrogène. Le savant anglais Prout avait envisagé l'éventualité que l'atome d'hydrogène représentât une unité commune à tous les autres atomes.

Après avoir excité un moment la plus vive attention, l'hypothèse de Prout était bientôt abandonnée, contredite par les observations, chaque jour plus rigoureuses! On trouva des poids atomiques, qui comme celui du chlore 35,5, n'étaient manifestement voisins d'aucune valeur entière.

L'avenir devait pourtant faire revivre les idées de Prout, sous une forme quelque peu différente, grâce à la découverte de l'isotopie.

On sait que certaines méthodes physiques, en particulier la spectrographie de masse, de F. W. Aston, ont révélé que les éléments, au sens chimique du mot, reviennent à des mélanges de constituants isotopiques. Le poids atomique chimique d'un élément serait une simple moyenne entre les poids atomiques, ou nombres de masse de ses isotopes. Par exemple, il y aurait en réalité deux chlores, de nombres de masse respectifs 35 et 37, dont l'ensemble, notre chlore, correspondrait précisément au poids atomique chimique 35,5.

De ses premières expériences, faites à la précision du 1/1.000, Aston conclut que les nombres de masse trouvés étaient entiers dans le système o=16. L'hydrogène, élément isotopiquement simple, faisait pourtant exception, avec son poids atomique 1.008, dont la décimale, pour petite qu'elle soit, est incontestable. Aston a admis que si les noyaux atomiques sont des agglomérations de noyaux d'hydrogène, ou protons, c'est leur tassement seul qui provoque une perte de masse. Dans ces conditions, alors, fallait-il présumer le même tassement dans tous les noyaux ?

Le perfectionnement de ses techniques a permis à Aston de répondre à la question. Dans la suite de son travail (1), parvenant à la précision du 1/10.000, il a décelé, dans les éléments autres que l'hydrogène, des écarts à la règle des nombres entiers. Il suggère qu'au sein des noyaux, il n'y aurait pas strictement additivité des masses parce que les protons et les électrons y seraient suffisamment proches pour que leurs champs magnétiques puissent interférer. La perte de masse, correspondant à l'énergie dégagée, et assimilable à la chaleur de formation d'un composé chimique, serait d'autant plus importante que les charges seraient plus serrées et le noyau plus stable. Les écarts observés auraient donc leur origine dans les forces en jeu, dont ils nous rendraient ainsi l'étude accessible.

A ce sujet, Aston considère l'indice de tassement (en anglais « packing fraction »), qui représente la variation moyenne de masse par proton, lorsque le tassement nucléaire passe, de celui de l'oxygène, à celui de l'atome considéré. L'indice de tassement peut être positif ou négatif : par convention, il est nul par l'oxygène.

On trouvera dans le tableau ci-contre la liste des indices de tassement, déjà déterminés par Aston.

Aston a traduit graphiquement ces résultats en portant en abscisses les nombres de masse et en ordonnées les indices de tassement. La courbe descend d'abord rapidement à partir de l'hydrogène. Elle atteint un minimum présumé dans la région de Ni_{58}, l'isotope le plus léger du nickel. Puis elle remonte lentement et croise, aux environs de 200, la ligne d'ordonnée nulle. L'hélium et le carbone, éléments légers de numéros atomiques pairs, sont nettement au-dessous de la courbe. Aston rapproche de cette circonstance le fait que, sous bombardement alpha, les deux éléments sont, ainsi que l'oxygène, particulièrement stables.

Selon Aston, à côté du nombre de masse et du numéro atomique, qui nous révèlent les entités présentes dans le noyau, l'indice de tassement, susceptible de nous renseigner sur leurs actions mutuelles, constituerait une troisième constante, essentielle pour la détermination des configurations nucléaires.

(1) *Proc. Roy. Soc.* A vol. 115, p. 487.

TABLEAU

Nombres de masse et indices de tassement correspondants.

Atome	Nombre de Masse (O = 16)	Indice de tassement $\times 10^4$
H	1,00778	$77,8 \pm 1,5$
He	4,00216	$5,4 \pm 1$
Li_6	6,012	$20,0 \pm 3$
Li_7	7,012	$17,0 \pm 3$
B_{10}	10,0135	$13,5 \pm 1,5$
B_{11}	11,0110	$10,0 \pm 1,5$
C	12,0036	$3,0 \pm 1$
N	14,008	$5,7 \pm 2$
O	16,0000	0,0
F	19,0000	$0,0 \pm 1$
Ne_{20}	20,0004	$0,2 \pm 1$
Ne_{22}	22,0048	2,2 ?
P	30,9825	$-5,6 \pm 1,5$
Cl_{35}	34,983	$-4,8 \pm 1,5$
A_{36}	35,976	$-6,6 \pm 1,5$
Cl_{37}	36,980	$-5,0 \pm 1,5$
A_{40}	39,971	$-7,2 \pm 1$
As	74,934	$-8,8 \pm 1,5$
Kr_{78}	77,926	$-9,4 \pm 2$
Br_{79}	78,929	$-9,0 \pm 1,5$
Kr_{80}	79,926	$-9,1 \pm 2$
Kr_{81}	80,926	$-8,6 \pm 1,5$
Kr_{82}	81,927	$-8,8 \pm 1,5$
Kr_{83}	82,927	$-8,7 \pm 1,5$
Kr_{84}	83,928	$-8,5 \pm 1,5$
Kr_{86}	85,929	$-8,2 \pm 1,5$
I	126,932	$-5,3 \pm 2$
Sn_{120}	119,912	$-7,3 \pm 2$
Xe_{134}	133,929	$-5,3 \pm 2$
Hg_{200}	200,016	$+0,8 \pm 2$
Pb_{206}	206,016	$+0,8 \pm 2$

Etain (onze isotopes).
Xénon (neuf isotopes).
Mercure (six isotopes).
Plomb (trois isotopes).

S. V.

Téléphotographie

Etat actuel de la télévision (1). — Tout procédé de téléphotographie dont la vitesse serait assez rapide pour transmettre en 1/16 de seconde la totalité de l'image, réaliserait du même coup la télévision, grâce à la persistance des impressions rétiniennes.

Il faudrait, en outre, que cette image soit décomposée à la transmission en un nombre de points suffisants pour assurer la netteté de la reproduction. Si le côté de ces éléments est le 150e de l'image, ce qui semble désirable, l'image doit être décomposée en 150 × 150 = 22.500 éléments. Si l'on veut la transmettre intégralement 20 fois par seconde, cela conduit à une vitesse de transmission de 450.00 signaux par sec. M. Valensi estime qu'une transmission en 1/10e de seconde serait suffisante, la vitesse de transmission serait encore de 225.000 signaux par seconde.

Fréquence nécessaire. — La fréquence de l'onde porteuse devant être environ dix fois plus élevée que celle de l'onde modulatrice, il faudra des ondes porteuses de 300.000 × 10 soit 3.000.000 de périodes par seconde au

(1) Valensi, *Annales des P. T. T.*, novembre 1927.

moins, ce qui correspond à une longueur d'onde de 100 m. au plus. En outre, pour chaque communication de télévision, il faudra transmettre une large bande de fréquences : 1.200.000 pér : sec., par exemple. Cette dernière condition est bien difficile à réaliser, car une telle bande de fréquence ne semble pas disponible actuellement.

Synchronisme entre les deux postes. — Le synchronisme doit être assuré de trois points de vue différents :

a) Vitesse moyenne au nombre de tours par seconde de l'image;

b) Phase ou position à un instant quelconque;

c) Balancements accidentels ou oscillations mécaniques fortuites.

Sources lumineuses. — Il faut employer des sources lumineuses assez intenses pour produire :

1° A la transmission, avec un seul point de l'image, un courant photoélectrique suffisant pour n'avoir pas à être amplifié démesurément au départ;

2° A la réception, une impression suffisante en 1/300.000 de seconde environ, sur l'œil ou le film cinématographique et capable cependant d'être modulée sans inertie.

Diverses solutions ont été présentées dans divers pays.

L'Allemagne possède les appareils Karolus utilisés seulement pour la téléphotographie.

Les Etats-Unis ont l'appareil Alexanderson et les appareils des laboratoires du *Bell System*.

Ces derniers, expérimentés entre New-York et Washington en mai 1927, utilisent comme dispositif récepteur une lampe luminescente au néon dont l'éclat suit les variations du courant photoélectrique venant du poste transmetteur.

A ce poste transmetteur, la personne dont on veut transmettre l'image est placée devant un disque tournant à grande vitesse et muni de perforations ponctuelles disposées à intervalles réguliers le long d'une spirale d'Archimède. Une source lumineuse intense laisse filtrer un petit pinceau lumineux à travers chacune de ces perforations successivement. La lumière diffusée ainsi par les divers points du visage est recueillie par trois très grosses cellules photoélectriques disposées, derrière des grillages appropriés, autour de la cavité carrée dans laquelle se trouve le disque tournant (dique de Nipkow).

Un premier mode de réception n'est utilisable que par une seule personne, qui regarde à travers un disque de Nipkow, une lampe au néon influencée à chaque instant par le courant photoélectrique correspondant du poste transmetteur. La persistance des impressions rétiniennes permet la réception intégrale de l'objet transmis par points ou plages plus ou moins éclairées.

Le second mode de réception permet à plusieurs personnes de percevoir l'image.

Une large lampe luminescente au néon est constituée par un tube très long replié suivant une série de lignes horizontales jointives; c'est un tube analogue à ceux que l'on utilise pour les enseignes lumineuses, mais il contient 2.500 électrodes de très petites dimensions régulièrement espacées de très peu. Ces 2.500 électrodes sont reliées par 2.500 fils à 2.500 plats d'une commutateur rotatif qui tourne en synchronisme rigoureux avec le disque de Nipkow du poste transmetteur. Lorsque le point éclairé est blanc, le courant du poste transmetteur est assez intense pour déterminer au poste récepteur une luminescence de la lampe homologue. Si le point éclairé est un point sombre, on obtient au poste récepteur un point homologue sombre.

(1) Ch. Dautin, *Génie Civil*, 31 mars 1928.

L'appareil anglais Baird, qui a été étudié en 1926, ne semble pas avoir été perfectionné depuis. Cependant, d'après les journaux quotidiens, M. Baird a réussi, dans la nuit du 8 au 9 février dernier, à transmettre entre son laboratoire de Londres et une localité voisine de New-York, des images animées d'ailleurs très petites, ombres chinoises plutôt que portraits (1).

En France, les expériences de télévision, récemment entreprises par divers auteurs utilisent, à la réception, le principe de l'oscillographe cathodique qui permet de déplacer sur un écran fluorescent un point lumineux avec une inertie négligeable.

Les montages expérimentaux des différents inventeurs : M. Dauvilliers, MM. Belin et Holweck et M. Valensi sont d'ailleurs sensiblement différents. Ed. M.

Spectroscopie

Analyse quantitative spectrale des alliages métalliques. — M. Negresco a étudié récemment les conditions dans lesquelles on peut utiliser l'intensité des raies spectrales au dosage quantitatif des éléments (*Journal de Chimie physique*, 15 mai 1928)). Il s'est placé plus spécialement dans le cas des alliages métalliques.

La première condition à réaliser est de pouvoir reproduire des spectres dans des conditions absolument identiques.

En ce qui concerne la relation entre l'intensité des raies spectrales d'un élément et la concentration de celui-ci dans la source d'émission, on peut dire que, d'une manière générale, l'intensité de toutes les raies diminue avec la concentration de l'élément dans cette source. Cependant on ne peut fixer aucune loi précise à ce sujet.

Il faut apporter la plus grande attention aux conditions chimiques où se trouve le métal à doser. En effet, lors de la décharge électrique, il se forme entre les deux électrodes une atmosphère de vapeurs métalliques dont la conductibilité électrique agit sur la distribution de la chute de potentiel entre les électrodes, ce qui a une influence capitale sur la constitution du spectre émis.

Cette conductibilité électrique dépend de la volatilité et du potentiel d'ionisation des matériaux qui constituent les électrodes. Il s'ensuit que les observations faites sur les spectres que donne un même métal dans deux séries d'alliages binaires différents, — tel le cuivre dans les laitons et dans les bronzes d'aluminium, — ne sont pas nécessairement comparables. C'est ainsi que, dans des conditions tout à fait identiques, le spectre d'un alliage de manganèse à 5 o/o d'aluminium donne beaucoup moins de raies de l'aluminium qu'un alliage de cuivre ayant la même teneur en ce métal.

On voit, par là, qu'il n'existe aucune méthode générale d'analyse quantitative. Dans chaque cas, il conviendra d'étudier les divers types d'alllage qu'on pourra avoir à envisager. Dans un alliage binaire, par exemple, l'introduction d'un troisième métal change totalement les conditions de la sensibilité. Ainsi, l'addition de 10 o/o de manganèse à un échantillon de cuivre contenant 0,1 o/o d'aluminium fait disparaître la presque totalité du spectre de ce dernier métal, en ne laissant subsister que les deux raies les plus fortes du spectre primitif. Il n'est plus alors possible de réaliser des dosages quantitatifs au spectroscope par la méthode de comparaison des raies. Cette méthode apparaît surtout comme pratique lorsqu'il s'agit d'analyser des séries d'alliages de même nature. Pour chaque cas particulier, il faut établir des spectres-étalons en se plaçant dans les conditions mêmes de l'expérience.

A. Bc.

Géologie

La tectonique du fossé éthiopien. — L'ensemble des fossés tectoniques qui s'étend, en direction Nord-Sud, de la Syrie, de la Palestine et de l'Arabie à l'Afrique orientale, est en bonne partie occupé par des nappes continentales ou marines, mer Morte, mer Rouge et ses dépendances, lacs de l'Est-africain : presque partout des lignes bien accusées de la topographie jalonnent le tracé de cette importante série d'accidents de la surface terrestre. C'est dans l'Est de l'Abyssinie que ce trait fondamental de la structure de notre globe semble le moins marqué : une étude de L. Duparc et E. Molly vient d'en préciser la morphologie.

Le plateau éthiopien, qui s'élève vers l'Ouest jusqu'à 2.000 mètres, est contitué par du Paléozoïque recouvert dans la direction de l'Est, par des grès et des calcaires triasiques et jurassiques, d'origine marine. Le mouvement de bascule, qui avait déterminé l'émersion de l'Abyssinie occidentale au début de l'ère secondaire, s'accentue à la fin de la période dans les zones orientale et méridionale et se perpétue à l'Eocène : d'énormes venues éruptives couvrent alors de leurs produits de coulée toute la région tabulaire éthiopienne. Puis, un grand fossé découpe, dans cette plateforme, la vallée de l'Aouache, isolant ainsi de la masse principale de la table abyssine, la chaîne orientale du Tihertcher Ircet : les volcans jeunes, à topographie encore remarquablement conservée, sont nombreux dans cette zone déprimée qui raccorde le graben érythréen à ceux des lacs de l'Afrique orientale.

Tous ces fossés, qui s'échelonnent du Taurus au canal de Mozambique, sont, pour S. Taber, des fossés tensionnels : ils ont été déterminés par soulèvement différentiel consécutif au déplacement de grands voussoirs rigides subordonnés aux masses sédimentaires superficielles. Les fossés subsidiaires, qui s'observent à leur bordure, sont eux-mêmes en rapport avec l'inclinaison de grands voussoirs. Les faibles qui accompagnent les fossés principaux descendent évidemment à de très grandes profondeurs et semblent traverser toute la lithosphère. Aussi, dans la genèse des graben africains faut-il sans doute faire jouer un rôle à l'expulsion des laves et à l'accroissement de densité consécutif à la cristallisation des magmas dans leur substratum.

En fait, la production des fossés qui se suivent le long du bord occidental de l'ancien géosynclinal du Mozambique apparaît de plus en plus, aux yeux des géologues, ainsi que je l'ai fait remarquer il y a plusieurs années déjà, comme la conséquence de mouvements tangentiels, au même titre que les plissements ; en outre, ils semblent être le témoignage le plus probant de la possibilité d'une dérive locale de compartiments de la lithosphère sur la pyrosphère.

L. Joleaud.

Statistique

L'énergie électrique aux Etats-Unis. — La production journalière de puissance électrique aux Etats-Unis pendant l'année 1926 s'est élevée en moyenne à environ 201 millions de kwh. Cela représente une augmentation de 11 1/2 o/o par rapport à la production journalière de l'année précédente, de 100 o/o par rapport à 1919 et de 700 o/o par rapport à 1912. Elle n'a cessé d'augmenter depuis 15 ans, sauf en 1921, lors de la grande dépression. Le total de l'énergie produite pendant les quatre premiers mois de cette année a été d'environ 9 o/o plus forte que durant la même période de 1926. (*Engineering*, 2-9-27).

E. P.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Eclairage

Lumière du jour artificielle. — Dans l'industrie et dans le commerce, on se préoccupe beaucoup aujourd'hui de reconstituer artificiellement la lumière du jour. La possibilité de la synthèse, à un prix de revient raisonnable, a fait l'objet d'une conférence de J. W. T. Walsh, à l'exposition des Physical and Optical Societies (1).

Le problème s'est surtout posé depuis l'invention de la lampe à argon, dont la luminosité plus blanche que celle de l'ancienne lampe à vide, se rapproche davantage de celle du jour. Il n'est pas inutile, d'ailleurs, de remarquer que le terme de lumière du jour n'implique pas une constance aussi absolue qu'on a coutume de le supposer. Par exemple, dans l'éclairage du ciel sombre, les proportions de vert, de rouge et de bleu s'élèvent respectivement à 89 o/o, 92 o/o et 119 o/o de ce qu'elles sont dans le rayonnement solaire de midi. Pour l'éclairage du ciel bleu, les proportions correspondantes sont 78 o/o, 84 o/o et 138 o/o.

Une lumière donnée ne se définit bien que par sa courbe de distribution spectrale, et seules des lumières de courbes identiques sont rigoureusement de même couleur. Cependans l'inverse n'est pas exact, et pour l'œil, des lumières de compositions spectrales tout à fait différentes peuvent être directement indiscernables. Par exemple, la superposition des rayons rouges de 0,61 μ et des rayons bleus de 0,49 μ donne l'illusion du blanc; encore que cet éclairage fasse paraître noir un papier normalement jaune-verdâtre. D'une façon générale, si les pseudo-lumières blanches donnent le même aspect que celle du jour à du blanc ou à du gris, il n'en va pas de même pour les diverses couleurs. D'où la nécessité de distinguer entre lumière du jour spectrale et sensation de lumière du jour.

Le sensation de lumière du jour s'obtient par la combinaison d'une lumière riche en rouge et en jaune, comme celle des lampes électriques ordinaires, et d'une lumière riche en vert et en violet, comme celle des lampes quartz-vapeur de mercure. Mais, en pratique, la méthode additive ne donne pas satisfaction, et on recourt plus généralement à la méthode soustractive, qui consiste à éliminer les radiations gênantes dans le rouge et dans le bleu, soit par filtration à travers des écrans de verre ou de gélatine, soit par réflexion sur des surfaces colorées.

Dans les uns et les autres cas, on n'évite pas une dissipation d'énergie et on ne peut guère imiter la lumière de midi avec une efficacité supérieure à 25 o/o. En outre, un verre donné n'étant pas également absorbant pour toutes les longueurs d'onde, la combinaison de deux verres ne fournit jamais qu'une reconstitution approximative. Avec des réflecteurs colorés, la difficulté est la même. On améliore le rendement en renonçant à prolonger dans tout le spectre l'imitation fidèle. Si des coïncidences limitées ne conduiraient pas à une appréciation exacte de toutes les teintes, en particulier des pourpres, du moins sont-elles tout à fait suffisantes dans beaucoup d'autres cas, travail domestique, lecture, etc.

(1) *Engineering*, 3 février 1928.

On obtient aussi de bonnes imitations de lumière diurne avec de certaines lampes à argon pourvues de verre bleu, et, d'autre part, avec des manchons à gaz d'un nouveau type, contenant 0,25 o/o de cérine qui, par combinaison avec un milieu bleu, donnent une efficacité de 55 o/o.

S. V

Agronomie coloniale

Culture du quinquina dans les colonies françaises. — Actuellement, c'est à Java que la culture des espèces de *Cinchona* à quinine est le plus développée. La sélection de certaines espèces notamment de *Cinchona ledgeriana* a permis d'y faire des plantations dont les écorces sont d'une remarquable richesse en quinine. Dans nos colonies, au contraire cette culture est encore peu développée.

Il y a a quelques mois, l'Association Colonies-Sciences a attiré l'attention du Ministère des Colonies sur l'intérêt qu'il y aurait à développer la culture dans les colonies et elle a préconisé la création d'une commission du quinquina, le développement des essais de culture faits par l'Institut Pasteur en Indochine, l'introduction dans les colonies des espèces riches en quinine et dans les régions où les espèces exigeantes ne pourraient être cultivées, des espèces *Cinchona succirubra* et *C. lancifolia*, pour obtenir sur place des écorces fébrifuges précieuses pour une lutte contre le paludisme. Enfin l'Association recommande de faire les enquêtes nécessaires pour déterminer les régions propices au quinquina. L'Association rappelle qu'au début c'est l'Etat qui doit tenter la culture étant donné que la production de quinine importe au plus haut point pour l'approvisionnement des populations et que les difficultés de réalisation de cette culture font hésiter les entreprises privées.

En réalité, l'Administration ne s'est jamais désintéressée de la question du quinquina dans nos colonies qui a toujours préoccupé les Services de l'Agriculture des diverses colonies (Madagascar notamment) ainsi que l'Institut national d'Agronomie coloniale. Mais si la question est parfaitement étudiée, on n'a par contre jamais entrepris une production importante qui puisse à la fois compter et montrer la voie aux Sociétés qui pourraient entreprendre la plantation du quinquina. Aussi le vœu émis par l'Association Colonies-Sciences est tout à fait judicieux et opportun.

Il est juste de rappeler qu'en Indo-Chine le Dr Yersin et M. Dulac ont développé d'importantes expériences de culture tout à fait encourageantes pouvant servir de base à une extension des cultures dans cette colonie.

L. R.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 17 juillet

HYDRODYNAMIQUE. — *S. Drzewiecki* (prés. par M. Hadamard). — **Une interprétation théorique de la courbe balistique expérimentale** $\frac{F(v)}{v^2}$

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *J. Trillat* (prés. par M. M. de Broglie). — **Sur une nouvelle méthode de spectrographie par les rayons X. Application à l'étude de l'orientation des acides gras par le mercure.**

Le principe de la méthode consiste à substituer à une surface cristalline courbe, afin d'obtenir divers angles d'incidence, une surface obtenue en déposant une goutte de liquide sur un plan, la forme de la goutte permettra, par sa courbure même, l'obtention d'angles (Θ) (entre la surface et le faisceau), variant de 0° et une valeur déterminée par l'angle de raccordement. Si la surface ainsi obtenue présente des phénomènes d'orientation moléculaire sur une certaine épaisseur, on pourra obtenir des spectres de diffraction sans avoir à déplacer ou à faire tourner ni le tube à rayons X, ni la goutte. L'auteur, en se basant sur cette méthode a étudié l'orientation des acides gras par le mercure. Les spectrographies prises en des temps très courts, une à deux heures, ont fourni des spectres intenses.

ELECTRO-CHIMIE. — *C. Marie* et *M.-L. Claudel* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur l'influence du *p*H dans le dépôt électrolytique du cuivre en présence de gélatine.**

Les auteurs ont recherché si une surcharge composée de gélatine, de sulfate de cuivre et d'eau dans une solution de sulfate de cuivre variait avec le pH des solutions de cuivre électrolysées, étant donné l'influence de la concentration en ions H+ sur les propriétés de la gélatine.

Les résultats indiqués dans un tableau, montrent une analogie évidente avec ceux obtenus pour les autres propriétés de la gélatine (viscosité, gonflement, pression osmotique, etc.) qui passent toutes par un maximum pour des pH compris entre 3,2 et 3,6 et par des minima au point isoélectrique.

PHOTO-ÉLECTRICITÉ. — *A. Blanc* (transm. par M. Brillouin). — **Courant photo-électrique en fonction du champ et fatigue.**

La fréquence limite de l'argent (fréquence en dessous de laquelle le phénomène photo-électrique ne se produit pas), est plus grande que celle de l'aluminium ; en général le rapport caractéristique paraît être plus grand pour les métaux dont la fréquence limite est plus petite

La répartition des vitesses des électrons dépend de la fréquence de la lumière, si elle est monochromatique, et de sa composition si elle ne l'est pas : il en est de même pour la forme de la courbe du courant photo-électrique. La fatigue modifie la répartition des vitesses des électrons, contrairement aux conclusions de Hallwachs.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Ch. Moureu, Ch. Dufraisse* et *Marius Badoche.* — **Autoxidation et action antioxygène. Propriétés catalytiques des composés phosphorés.**

Dans cette nouvelle Note les auteurs décrivent les propriétés catalytiques des halogénures de phosphore, des acides hypophosphoreux, phosphoreux et phosphorique, des phosphines (les phosphines tertiaires sont de meilleurs antioxygènes que les phosphines primaires et secondaires). Les propriétés catalytiques de l'acide phosphorique et de ses dérivés tiennent à ce qu'ils ne représentent pas le degré ultime d'oxydation du phosphore.

En ce qui concerne l'action de l'eau dans beaucoup de réactions, les observations faites par les auteurs montrent qu'il sera très difficile de faire la preuve de cette action.

Le pouvoir ignifuge du phosphate d'ammonium pourrait être dû à une action antioxygène de son produit de pyrogénation, l'acide métaphosphorique, sur les matières en ignition.

Les expériences relatées dans cette Note montrent que la présence des phosphates n'est pas négligeable vis-à-vis des phénomènes d'atoxydation dans les milieux naturels ou artificiels.

CHIMIE ORGANIQUE. — *A. Morel, P. Preceptis* et *A. Galy* (transm par M. V. Grignard). — **Action de l'acide picrique sur la glycyl-glycine.**

Le picrate de glycyl-glycine a été préparé en dissol-

vant dans l'eau des quantités équimoléculaires d'acide picrique et de glycyl-glycine; on chauffe à ébullition et on concentre à siccité dans le vide, à froid. Les aiguilles jaunes obtenues sont lavées à l'éther, redissoutes dans l'eau froide, et, par évaporation lente, on a obtenu des tablettes brillantes.

Le même picrate a été obtenu en additionnant la solution aqueuse d'acide picrite et de glycyl-glycine d'eau de baryte et en faisant bouillir ce mélange puis en éliminant quantitativement le baryte par l'acide sulfurique, avant de concentrer la solution.

L. FRANCHET.

MICROBIOLOGIE DU SOL. — *S. Winogradsky.* — **Sur l'application agronomique d'une épreuve microbiologique.**

On incorpore à de la terre fine de l'amidon pulvérisé à raison de 3-5 pour 100, si la terre est lourde, de la mannite pure à la dose de 1 pour 100, avec en plus 20 pour 100 de kaolin lavé médicinal en poudre, si la terre est légère. On divise en trois plaques pâteuses dont l'une est additionnée de 2 à 3 pour 100 de carbonate de chaux et l'autre d'une solution à 1 pour 1.000 de phosphate mono- et bisodique donnant un pH égal à 7-7,1.

Après ensemencement à l'*Azotobacter*, si les trois plaques se montrent parsemées de colonies sans présenter de différences, la terre est bien pourvue de chaux et d'acide phosphorique. Si l'on n'en trouve que sur la plaque additionnée de carbonate, c'est que la terre manque de chaux ou de basicite, en général. Si la troisième plaque seule en contient, c'est qu'il y a déficit en acide phosphorique.

GÉOLOGIE. — *J.-O. Haas* et *C.-R. Hoffmann.* — **Sur l'existence de mouvements tertiaires en direction varisque dans la plaine d'Alsace septentrionale.**

Les auteurs constatent dans le Fossé Rhénan non seulement un enfoncement dans la direction rhénane (N 15° E), mais un autre contemporain de direction varisque (N 50° E). L'influence de ces deux directions tectoniques se fait encore sentir pendant les mouvements orogéniques post-oligocènes.

CRYPTOGAMIE. — *G. Nadson* et *N. Krassilnikov* (prés. par M. Molliard). — **Schizophytes du cœcum du Cobaye: *Anabœniolum*.**

Il ne paraît pas douteux qu'*Anabœniolum* provienne phylogénétiquement d'*Anabœna* ou de quelque autre Algue bleue proche de celle-ci. La vie dans l'intestin a provoqué les changements suivants : perte du pigment (chlorophylle, etc.) et vie saprophytique, raccourcissement des hormogonies et souvent désarticultion du trichome en cellules isolées, ce qui explique peut-être la rareté des hétérocystes. Enfin, fait particulièrement intéressant, l'organisme est devenu apte à former des spores endogènes à la façon des bactéries.

PARASITOLOGIE VÉGÉTALE. — *R. Dieuzeide* (prés. par M. P. Marchal). — **A propos du cycle évolutif de *Pemphigella follicularia* Pass.**

Le cycle évolutif de *P. follicularia* se complique de la formation d'une *galle transitoire* (Derbès), où vit la fondatrice et où elle engendre des jeunes. Ceux-ci, à leur tour, iront provoquer la déformation latérale du limbe en rouleau, qui a valu à l'espèce son nom.

La jeune fondatrice de la galle folliculaire donnera par la suite des aptères d'où naîtront des ailés. Ces ailés iront se fixer aux racines des Graminées où ils déposeront des aptères (Courchet). Les sexués passeront des Graminées au *Pistacia* sur lequel sera pondu l'œuf d'hiver.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *R. Sazerac* et *H. Nakamura* (prés. par M. Roux). — **Sur le mécanisme de l'action préventive du bismuth contre le spirochétose ictérohémorragique.**

Il résulte des données exposées dans cette Note que l'injection préalable de tartrobismuthate de sodium ne préserve plus le cobaye contre la spirochétose ictérohémorragique lorsque l'inoculation du virus est pratiquée après le délai maximum de 45 jours, alors que la durée de préservation est de cinq mois au moins, lorsque le virus et la substance chimique sont injectés simultanément. Une différence aussi notable dans le résultat des inoculations pratiquées à des dates considérablement éloignées l'une de l'autre semble bien indiquer que le pouvoir préventif du bismuth contre la spirochétose ictérohémorragique est dû, en grande partie tout au moins, à un phénomène de vaccination dont les auteurs indiquent la possibilité.

P. GUÉRIN.

Séance du 23 juillet 1928.

ANALYSIS SITUS. — *E. Cartan.* — **Sur les membres de Betti des espaces de groupes clos.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Silvio Minetti.* — **Sur une limite supérieure de la croissance du module maximum d'une fonction entière de genre fini.**

GÉOMÉTRIE. — *L. Pomey* (transm. par M. Paul Appel). — **Sur la théorie des courbes algébriques.**

MOTEURS A EXPLOSIONS. — *R. Duchêne* (prés. par M. Cotton). — **L'influence du plomb tétréthyle sur la déflagration des mélanges carburés gazeux.**

L'enregistrement photographique sur film en translation rapide de la déflagration après allumage par étincelle a permis de noter les résultats suivants : 1° Avec 8,4 p. 100 d'hexane on obtient un enregistrement photographique très marqué, avec une vitesse de front d'inflammation de l'ordre de 10 m. par seconde; 2° avec 10,1 p. 100 l'enregistrement est très pâle; on peut néanmoins distinguer une ligne de propagation sensiblement identique à la ligne de front d'inflammation précédente; 3° avec 12,8 p. 100, on n'a plus aucun noircissement décelable sur le film et aucune trace de propagation.

Les expériences ont mis en évidence l'action antidétonante du plomb tétréhyle en milieu gazeux homogène.

ASTRONOMIE. — *G. Bigourdan.* — **Observations jusqu'ici inédites de taches solaires, faites à l'Observatoire de Paris de 1683 à 1719 par Ph. La Hire et par G. Ph. La Hire.**

Les observations faites par La Hire et son fils sont consignées dans les archives de l'Observatoire de Paris. Plusieurs astronomes les ont utilisées déjà pour leurs recherches personnelles.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *L. d'Azambuja* (prés. par M. H. Deslandres). — **Images de la chromosphère solaire obtenue au spectrohéliographe avec la raie infrarouge du calcium ionisé λ 8542.**

Les observations ont été faites par l'emploi de plaques sensibles à l'infrarouge, avec le spectrohéliographe double à trois fentes de Meudon. Les images du disque solaire ont offert dans les conditions de l'expérience, une très grande analogie avec les images K_3. Les plages faculaires brillantes et les filaments sombres ou « absorption markings », qui caractérisent celles-ci s'y sont montrées avec netteté. A des distances croissantes du centre de la raie, l'éclat relatif des plages diminue graduellement. Les filaments sont encore visibles à $0^{A}.20$ du centre. A la même

distance, ils sont à peu près effacés sur les images données par la raie K.

GÉODÉSIE. — *L. Pirot* (prés. par M. P. Helbronner). — **Déterminations de positions astronomiques au moyen de l'astrolabe à prisme.**

L'auteur donne pour 9 stations, les résultats des observations faites à l'astrolabe par le navire, le *Lamotte-Picquet*, à ses points de relâche, au cours des croisières de 1927. Ces résultats sont exprimés sous la forme de coordonnées x et y, suivant le parallèle et le méridien, du zénith astronomique de la station par rapport à la position géodésique, avec, pour chaque coordonnée, l'erreur moyenne des déterminations y afférentes, ex et ey.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *R. Esnaull-Pelterie* (prés. par M. Fichot). — **Sur la loi de la constitution de l'atmosphère.**

Les résultats sont exposés dans un tableau.

— *N.-P. Pentcheff* (transm. par M. Ch. Moureu). — **Le gaz rares des sources thermales et les grands tremblements de terre des 14 et 18 avril 1928 en Bulgarie.**

Ces séismes ont occasionné une grande variation dans le régime de plusieurs sources, notamment celles d'Hissar (Kuptchez et Tchouloudja) et de Kevanlik. Toutefois, la teneur en gaz rares est restée presque invariable. Les recherches de l'auteur ont montré l'inviolabilité des gaz rares et de l'azote par les phénomènes géologiques; elles élargissent la base expérimentale de la loi de constance que MM. Moureu et Lepape ont formulée relativement à la composition de l'azote brut (azote + gaz rares) des gaz naturels.

La radioactivité a présenté des variations assez considérables, notamment pour la source Tchouloudja, probablement dues aux tremblements de terre.

PHYSIQUE. — *A. Launert* (transm. par M. H. Le Chatelier). — **Action de mélange des sels sur le cuivre.**

Les expériences montrent que l'action des mélanges des sels sur le cuivre permet de découvrir les combinaisons chimiques entre les sels et leurs points eutectiques.

— *J. Becquerel* (transm. par M. Pierre Weiss). — **Existence, pour un cristal uniaxe, de deux pouvoirs magnétiques différents suivant l'axe et suivant une normale à l'axe.**

L'auteur a utilisé *la tysonite* qui présente un grand pouvoir rotatoire magnétique en même temps qu'une faible biréfringence. Les expériences ont montré qu'on peut envisager un pouvoir rotatoire normal à l'axe différent du pouvoir rotatoire suivant l'axe.

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL. — *R. Jonaust* (prés. par M. G. Ferrié). — **Les phénomènes de propagation des ondes radiotélégraphiques.**

Les relations entre l'activité solaire et l'état magnétique terrestre semblent indiquer, comme l'a montré M. Maurain, que les variations des constantes magnétiques sont dues à une ionisation à grande altitude provoquée par les particules émanées du soleil, les mêmes dont l'arrivée dans notre atmosphère se manifestent souvent par des aurores. Le fait que les échos semblent provenir d'une hauteur qui correspond à celle des aurores, que d'autre part la raie verte caractéristique des aurores est visible sous toutes les latitudes, conduit à supposer que ce sont ces mêmes causes d'ionisation qui interviennent dans la propagation des ondes. En outre, les couches élevées de la stratosphère contiendraient des nuages d'électrons dont les dimensions sont de même ordre que celles des ondes radiotélégraphiques. Ces nuages électroniques seraient donc capables de diffuser les ondes dans toutes les directions.

OSCILLATIONS ÉLECTRIQUES. — *F. Bedeau* et *J. de Mare* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Stabilisation des oscillations de relation.**

Trois circuits produisant des oscillations de relaxation ont été utilisés simultanément : le premier a sa fréquence stabilisée par le courant du diapason; il stabilise à son tour la fréquence d'un deuxième circuit de période $\Theta = 10^2$ $T = 10^{-1}$ seconde. Ce deuxième circuit stabilise enfin la fréquence d'un troisième circuit de période $\Theta = ^3$ $T = 1$ seconde. En résumé on obtient simultanément avec les trois lampes, trois groupes d'éclairs se produisant à des intervalles de temps 10^{-2}, 10^{-1} et 1 seconde.

SPECTROSCOPIE. — *M. Lambrey* (prés. par M. Ch. Fabry). **Sur le spectre d'absorption de l'oxyde azotique.**

Le coefficient d'absorption α de NO gazeux est représenté par des courbes ,en fonction de la longueur d'onde λ,ce coefficient étant défini comme la densité optique d'une couche de 1 cm. d'épaisseur de gaz pur dans les conditions normales.

L'examen de l'intensité relative des raies composantes des deux doublets d'obsorption a conduit l'auteur à modifier les formules qu'il a publiées antérieurement.

— *P. Soleillet* (prés. par M. J. Perrin). — **Polarisation des radiations de résonance du cadmium.**

Si le champ est nul ou dirigé suivant la direction du faisceau excitateur, la polarisation maxima observée p_0 est de 85 p. 100. Si le champ est dans la direction de l'observation, le plan de polarisation ne demeure pas horizontal.

L'auteur a également étudié la polarisation de la radiation $\lambda = 2288$ Å émise par résonance. Il a observé que dans un champ nul ou dirigé suivant la direction du faisveau excitateur de polarisation p_0 égale 60 p. 100, ce qui correspond à p égal 75 p. 100; si le champ est dans la direction de l'observation, on note une diminution brusque suivie d'une diminution très lente.

OPTIQUE APPLIQUÉE. — *A. de Gramont* et *G. Marboux* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Applications de l'éclairage ultramicroscopique à la bulle d'un niveau sphérique.**

L'éclairage ultramicroscopique de la bulle d'un niveau sphérique, a permis aux auteurs et à M. Alkan de construire un octant destiné à la navigation aérienne dont la précision s'est montrée analogue à celle des sextants habituels. Les erreurs ne dépassent pas 2 minutes et il ne peut y avoir de méprise sur le choix de l'étoile que l'on vise directement à travers une glace transparente sur laquelle se reflète en même temps le cercle lumineux de la bulle.

RAYONS X. — *J. Thibaud* (prés. par M. M. de Broglie) — **Indice de réfraction du verre pour les rayons X de grande longueur d'onde.**

L'angle limite de réflexion totale des rayons X très mous augmente, en raison directe de la longueur d'onde, jusqu'à atteindre plusieurs degrés. L'indice de réfraction réel μ se sépare de plus en plus de l'unité à mesure que l'absorption des rayons s'accroît (en λ^3) effet prévu par la théorie de la dispersion dans les milieux très absorbants.

RADIOACTIVITÉ. — *L. Mallet* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Etude spectrale de la luminescence de l'eau et du sulfure de carbone soumis au rayonnement gamma.**

L'auteur a employé un spectrographe très lumineux, dû à M. Fabry, disposé de telle sorte que l'on peut utiliser divers trains de prismes pour changer la dispersion. Dans les cas de l'eau et sulfure de carbone, le spectre obtenu est un spectre continu s'étendant jusqu'au commencement

de l'ultraviolet. L'absorption des prismes et des lentilles n'a pas permis de prolonger le spectre au-dessous de 3.700 environ. Aucune indication ne peut être encore donnée sur la répartition de l'énergie dans ce spectre; cependant une comparaison avec le rayonnement direct d'une lampe à incandescence, dite demi-watt, paraît montrer que le rayonnement secondaire de l'eau est plus riche en radiations de courte longueur d'onde que le rayonnement de la lampe.

CHIMIE PHYSIQUE. — *G. Allard* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur un état allotropique de l'argent.**

L'étude a porté sur l'argent obtenu par action du cuivre sur une solution de nitrate d'argent; le cliché obtenu présente un assez grand nombre de raies, toutes incompatibles avec la structure cubique : on se trouve donc en présence d'une forme allotropique de l'argent.

— *R. Delaplace* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur la contraction gazeuse de l'hydrogène soumis à la décharge électrique.**

Les expériences ont montré que dans les tubes à décharge en Pyrex sans robinet ni rodage et dont les parois internes ont été soigneusement nettoyées par chauffage dans le vide à 400°, on observe une *contraction* irréversible de l'hydrogène et l'apparition d'oxyde de carbone et de méthane. Cette contraction a pour origine un phénomène tout à fait différent de la polymérisation de l'hydrogène sous sa forme H^3.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Arakel Tchakirian* (prés. par M. G. Urbain). — **Dosage titrimétrique de l'acide germanique, études de quelques formes hydratées de cet acide et de ses sels.**

L'auteur a employé la méthode alcalimétrique et la méthode iodométrique. La première ne peut être employée en présence des acides forts, tandis que la deuxième méthode le permet. Les résultats obtenus sont dans les deux cas, de l'ordre du centième. Le titrage alcalimétrique des solutions aqueuses d'oxyde GeO^2, seul ou en présence de mannite ou d'électrolytes forts, conduit à admettre que l'oxyde germanique peut se trouver sous différents états d'hydratation.

CHIMIE MINÉRALE. — *A. Lepape* (transm. par M. Mou. reu). — **Séparation du krypton et du xénon de l'air atmosphérique.**

On introduit dans le ballon d'Arsonval-Dewar contenant l'oxygène liquide en voie d'évaporation, un tube rempli de charbon de noix de coco ou de gel de silice, que la vapeur formée doit traverser avant de s'échapper à l'air libre. Des gaz dégagés par le réchauffement du tube absorbant et de ceux formant l'atmosphère finale du ballon, on élimine l'oxygène et l'anhydre carbonique par le cuivre et l'ammoniaque, puis l'azote et les gaz combustibles par le calcium et l'on sépare du mélange de gaz rares ainsi obtenus, le krypton et le xénon, par fractionnements sur du charbon de coco convenablement refroidi.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *A. Léauté* (transm. par M. G. Charpy). — **Résultats d'agglomération des charbons au moyen d'hydrocarbures partiellement déshydrogénés par le soufre.**

Pour les huiles de houille essayées, la déshydrogénation partielle accroît considérablement l'adhésivité; l'agglomération sans addition de brai est par elle rendue possible. L'effet est moindre sur l'échantillon le moins riche en huiles légères.

CHIMIE ORGANIQUE. — *R. Levaillant* (prés. par M. J. Perrin). — **Nouveaumode d'obtention des éthers sulfuriques neutres.**

Se basant sur la réaction produite par le nitrite d'isoamyle au contact du chlorosulfonate de méthyle, l'auteur a été conduit à étudier une nouvelle méthode de passage des chlorosulfonates aux sulfates d'alcoyles symétriques ou mixtes. Il indique dans cette Note les méthodes qu'il a suivies pour obtenir les sulfates diméthylique et diéthylique.

— *A. Morel* et *P. Preceptis* (transm. par M. Grignard). — **Actions réciproques de l'acide picrique et de la cyclo-glycyl-glycine.**

Ces actions ont été étudiées en milieu acide et en milieu faiblement alcalin. En milieu acide, la fixation du colorant sur le peptide ne s'effectue pas suivant le type d'une combinaison moléculaire, mais par salification d'un groupement aminé, auquel une hydrolyse d'un des CO-NH du noyau 2.5-dioxopipérazinique a donné naissance.

En milieu alcalin la production de dérivés azoxyques de réduction de l'acide picrique par la cyclo-glycyl-glycine est identique à celle qui a été observée par MM. A. Seyewetz et D. Monnier sur les colorants nitrés, fixés sur le coton et exposés à la lumière ou aux rayons ultra-violets.

AGRONOMIE. — *L. Rigotard* (prés. par M. L. Cayeux). — **L'agronomie alpine appliquée à l'étude de la formation des terres arables.**

Les observations faites par l'auteur le conduisent à envisager une refonte complète des classifications de sols, basée sur une meilleure connaissance de leur formation progressive à partir des diverses roches composant la surface de la Terre, et une plus précise connaissance de l'action des divers facteurs agissant pour créer de la terre arable avec des roches. Il pense que toutes les classifications tentées semblent faites à un point de vue trop particulier ou bien résulter d'études faites sur des sols qui ne représentent pas tous les cas qui se produisent dans la nature.

L. Franchet.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L. Blaringhem.* — **Sur la fécondité de l'Hémérocalle fauve (*Hemerocallis fulva* L.).**

La variété horticole *Hemerocallis fulva* L. décrite comme espèce, n'est probablement qu'un seul individu hybride autostérile. On en obtient des graines par la réalisation d'hybrides avec *Hemerocallis flava* L., bonne espèce sauvage et par l'action, efficace sur les ovaires *fulva* du pollen de disjonctions de la descendance *Hemerocallis flava* L. × *H. fulva* L. qui offrent la teinte ocracée des fleurs.

GÉOLOGIE. — *G. Delépine* (trausm. par M. Ch. Barrois). — **Sur l'âge des grès du Naranco (Asturies).**

La faune de ces grès ferrugineux ne laisse point de doute sur l'âge dévonien moyen des grès du Naranco; elle indique qu'ils se sont déposés au commencement du Dévonien moyen, à l'Eifélien.

Les *marbres griottes*, qui sont la plus ancienne formation d'âge carbonifère dans les Asturies, reposent sur le Dévonien moyen dans toute la région comprise entre le Naranco et Teberga; ils reposent ailleurs sur les quartzites siluriens; en quelques endroits seulement, au nord-ouest d'Oviédo, sur le Dévonien supérieur. On peut en conclure qu'une longue période d'émersion et d'érosion, qui a pu commencer en quelques points, même avant la fin du Dévonien, a précédé la transgression marine du Viséen, marquée par le dépôt des *Marbre griottes*.

CYTOLOGIE. — *V. Ghimpu* (trans. par M. Molliard). — **Contribution à l'étude caryologique du genre *Medicago*.**

L'auteur répartit les diverses espèces du genre *Medicago*

en quatre groupes, d'après le nombre et la dimension des chromosomes : 1° espèces possédant 16 chromosomes de grande taille; *M. orbicularis;* 2° espèces possédant 16 chromosomes de taille moyenne : *M. Echinus;* 3° espèces à 32 chromosomes de taille moyenne : *M. sativa;* 4° espèces possédant 16 chromosomes de petite taille : *M. scutellata*, *M. minima*, *M. Lupulina*, etc.

Les chromosmes ont été comptés dans des coupes transversales du méristème radiculaire de plantes en voie de germination.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Maresquelle* (prés. par M. Blaringhem). — **Sur les échanges respiratoires des plantes attaquées par les Urédinées.**

L'augmentation des échanges respiratoires, déterminée par le parasite, est liée avant tout à la présence et à l'abondance du mycélium; l'auteur l'attribue à la respiration propre de ce dernier. Le phénomène doit se ramener à l'addition de deux métabolismes. Cela n'exclut pas toute action spécifique; mais l'Urédinée est d'abord *un parasite qui se nourrit.*

BIOLOGIE AGRICOLE. — *E. Miège* (prés. par M. L. Blaringhem). — **Sur la présence de formes du type *inflatum* dans *Triticum durum* Desf.**

L'auteur n'a observé cette présence du caractère *inflatum* sur des spécimens de *Triticum vulgare* Vill. et de *Triticum durum* Desf. que sur des plantes hybrides et, d'autre part, que dans la descendance de croisements où l'un des géniteurs appartenait à une variété saharienne. Ces faits peuvent militer en faveur d'une parenté entre les formes *oasicolum* Ducel. et les types *inflatum* proposés par Flastberger et Vavilov, mais ils peuvent aussi être interprétés comme une conséquence et une manifestation plus ou moins fixées de l'état hybride des blés étudiés.

PHYSIOLOGIE. — *V. Pertzoff* (prés. par M. Roux). — **Sur la lipase des chenilles de *Galleria mellonella*.**

Cette lipase exerce une action hydrolysante sur l'émulsion d'huile d'olives et sur l'émulsion de la cire des abeilles. Les expériences sur les bacilles tuberculeux tués par la chaleur ont démontré de même, qu'à la température de 15°, la lipase de *Galleria* exerce une action hydrolysante sur ces bactéries en mettant en liberté le groupement carboxyle.

Toutes ces expériences confirment l'opinion émise par Metlnicov que la destruction très rapide des bacilles tuberculeux dans le corps des chenilles de *Galleria mellonella* se produit sous l'influence du ferment lipolytique qui attaque l'enveloppe cireuse de ces bacilles.

— *F. Rathery, R. Kourilsky* et *Mlle Yv Laurent* (prés. par M. A. Desgrez). — **Insuline, Folliculine et Glycémie, chez le chien normal.**

La folliculine et l'insuline ont des effets antagonistes sur la glycémie. La folliculine freine l'action de l'insuline. Chez l'animal à jeun, elle diminue son effet hypoglycémiant; chez le chien ou chez la chienne en état d'hyperglycémie alimentaire, la folliculine empêche l'insuline de réduire, dans ses proportions habituelles, la poussée initiale hyperglycémique consécutive à l'ingestion de glucose et retarde, sans la supprimer le plus souvent, l'hypoglycémie tardive due à l'insuline.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Philippe Fabre* (transm. par M. d'Arsonval). — **Electrocardiographie au moyen d'oscillographes industriels.**

L'auteur a pu obtenir des tracés d'une bonne amplitude à l'aide de simples oscillographes industriels (oscillographe optique de Dubois, magnéto-oscillographe d'Abraham (Carpentier) en utilisant seulement deux lampes du type à écran de plaque. Le principal avantage du système proposé tient à la modicité du prix de ses éléments, à la robustesse des oscillographes industriels jointe à leur grande fidélité pour les mouvements rapides.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Edm. Sergent, A. Donatien, L. Parrot, F. Lestoquard* (prés. par M. Roux). — **Transmission de la piroplasmose bovine à *Theileria dispar* de l'Afrique du Nord par la tique *Hyalomma mauritanicum*.**

L'auteur a donné, 9 fois sur 9 essais, la théilériose nord-africaine avec des tiques appartenant à l'espèce *Hyalomma mauritanicum*. Les tiques du genre *Hyalomma*, qui sont très répandues, n'avaient pas encore été reconnues capables de jouer un rôle dans la transmission de piroplasmoses.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *E. Marchoux* (prés. par M. Roux). — **L'homme est moins sensible que le *Macacus rhezus* au virus de la fièvre jaune.**

Quelles que soient les différences entre l'expérience de l'auteur et celle de Beuuwkes, il faut reconnaître que le *M. rhezus* est beaucoup plus sensible que l'homme au virus de la fièvre jaune, et que le virus venant du *rhezus* n'est pas particulièrement actif puisqu'il en a été reçu sans accident, sur la face et dans les yeux après rupture d'un cylindre de seringue.

THÉRAPEUTIQUE. — *J. Bridré, H. Donatien* et *D. Hilbert* (prés. par M. Roux). — **Le stovarsol, spécifique de l'agalaxie contagieuse du mouton et de la chèvre.**

Le stovarsol sodique, employé en injections sous-cutanées, agit comme un véritable spécifique sur les lésions de l'agalaxie contagieuse, maladie qui, jusqu'ici, s'était montrée rebelle à toute thérapeutique.

L'étroite parenté qui unit les microbes de l'agalaxie et de la péripneumonie permet de penser que cette dernière maladie serait, elle aussi, heureusement influencée dans son évolution par le traitement au stovarsol.

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie de Médecine. — L'Académie est autorisée à accepter une donation de 100.000 francs qui lui a été faite par M. et Mme Georges Merzbach et dont les arrérages seront employés à la fondation d'un prix qui sera décerné tous les deux ans à un travailleur ou à un groupe de collaborateurs poursuivant des recherches sur la tuberculose.

Cité Universitaire. — Le Conseil général de la Somme a décidé à sa dernière session de fonder une chambre à la Cité Universitaire de Paris.

Le nombre des départements qui ont fondé des chambres à la Cité Universitaire se trouve ainsi porté à six, au lieu de cinq, comme il avait été dit précédemment.

Ces départements sont ceux du Finistère, du Morbihan, de la Moselle, de la Sarthe, de la Seine-et-Oise et enfin de la Somme.

Vie scientifique universitaire

Universités. — L'article 1er du décret du 4 janvier 1921, relatif au titre de Professeur sans chaire, est modifié comme suit :

« Peuvent également, dans les formes prévues audit

décret du 4 janvier 1921, recevoir le titre de Professeur titulaire sans l'attribution d'une chaire, avec les droits attachés à ce titre, les agrégés libres des Facultés de médecine pourvus, sans limite de temps, d'un emploi de chargé de cours rémunéré par un traitement et remplissant depuis 15 ans au moins une fonction d'enseignement didactique, technique ou clinique. »

Le décret du 12 juillet 1928 est abrogé.

Université de Paris. — L'Université va célébrer le centenaire de la naissance de son ancien Recteur, Octave Gréard.

Le 10 novembre, dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne, au cours de la séance de rentrée de l'Université, le recteur, M. S. Charléty prononcera l'éloge de son prédécesseur. Le lendemain, 11 novembre, dans la matinée, cette commémoration se poursuivra par une cérémonie qui se déroulera d'abord à la Sorbonne, puis autour du monument élevé à Octave Gréard dans le square de Cluny, devant la maison qu'il a dirigée avec tant d'éclat.

— *Faculté des Sciences.* — M. André Job, Professeur de Chimie à la Sorbonne et au Conservatoire national des Arts et Métiers, vient de mourir.

— *Faculté de Médecine.* — Il est créé un emploi de chargé de cours; le titulaire donnera son enseignement à l'école de puériculture.

Sont créés, pour le service de la chaire de clinique de la tuberculose, les emplois ci-après déterminés (Université. — Subvention du département de la Seine) :

Chef de clinique	1
Chefs de laboratoire	3
Garçons de laboratoire	2

Facultés de Médecine et de Pharmacie. — L'ouverture du concours pour l'obtention des bourses de doctorat aura lieu au siège des Facultés de Médecine, des Facultés mixtes de Médecine et de Pharmacie et des Facultés de Pharmacie, le lundi 15 octobre 1928.

Les candidats s'inscriront au secrétariat de la Faculté près laquelle ils désirent poursuivre leurs études. Ils devront être Français et âgés de 18 ans au moins et de 28 ans au plus. Cette dernière limite d'âge est reculée d'un temps égal à celui que les candidats auront passé sous les drapeaux pendant la guerre.

Les registres d'inscription seront clos le 6 octobre, à seize heures.

Ecole supérieure du Génie rural. — Un concours pour l'admission comme élève libre à l'Ecole supérieure du Génie rural, dépendant du Ministère de l'Agriculture, s'ouvrira le 24 septembre 1928.

Le nombre de places mises au concours est fixé à quatre.

Les candidats au concours devront adresser leur demande au Ministère de l'Agriculture, direction générale des Eaux et Forêts (bureau du Génie rural), avant le 15 septembre 1928.

Pour tous renseignements concernant les conditions d'admission, les pièces à fournir à l'appui de leur demande, le programme du concours, etc., les candidats devront s'adresser au secrétariat de l'Ecole supérieure du Génie rural, 19, avenue du Maine (15e) ou au Ministère de l'Agriculture.

Ecoles nationales d'Horticulture. — Par arrêté en date du 31 juillet 1928, un concours pour l'emploi de professeur d'horticulture est ouvert à Paris, au Ministère de l'Agriculture, 78, rue de Varenne, le lundi 22 octobre 1928.

Le concours est ouvert pour un seul poste. Toutefois, sur la proposition du jury, le nombre des candidats déclarés admissibles pourra être porté à deux; mais, dans ce cas, le candidat classé second ne sera nommé qu'ultérieurement, lorsqu'une vacance se présentera.

Sont seuls admis à prendre part au concours les anciens élèves diplômés de l'école nationale d'Horticulture de Versailles (ingénieurs horticoles) justifiant d'un stage effectif et complet de deux années consécutives au moins, sur une ou plusieurs exploitations horticoles, accompli postérieurement à l'obtention de leur diplôme.

Les candidats doivent être âgés de vingt-trois ans révolus au jour de l'ouverture du concours.

Les demandes d'inscription devront parvenir au Ministère de l'Agriculture (direction de l'Agriculture, 2e bureau) vingt jours au moins avant la date fixée pour l'ouverture du concours.

Une note fixant les conditions d'admission à ce concours, ainsi que le programme des matières et épreuves sera adressée à tous les candidats qui en feront la demande.

Université de Grenoble. — Un concours s'ouvrira, le 20 février 1929, devant la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de l'Université de Lyon, pour l'emploi de professeur suppléant des chaires d'anatomie et de physiologie de l'Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Grenoble.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

Ecole de Médecine et de Pharmacie de Nantes. — Un concours s'ouvrira, le 5 mars 1929, devant la Faculté de Pharmacie de l'Université de Paris pour l'emploi de professeur suppléant de la chaire de chimie à l'Ecole de plein exercice de Médecine et de Pharmacie de Nantes.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

Université de Rennes. — M. Lesage, ancien Professeur de botanique est nommé Professeur honoraire.

Université de Bordeaux. — MM. Barthe et Le Dantec, anciens professeurs de la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie, sont nommés Professeurs honoraires.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

La géométrie de René Descartes. — In-4° de 9[illegible] pages; avec figures dans le texte et un portrait de Descartes. Prix : 21 francs.

Les méthodes pour résoudre les problèmes de géométrie, par LAMÉ. In-8° de 125 pages, avec planches hors-texte. J. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 21 fr.

Il est particulièrement instructif pour ceux qui étudient les mathématiques, de se reporter parfois à quelques siècles en arrière. Mais le temps dont chacun dispose étant limité, il importe de faire, parmi les auteurs de référence, un choix judicieux, et de donner à la réédition de leurs œuvres une forme économisant les minutes du lecteur.

C'est dans cet esprit (et je crois devoir l'en féliciter), que la librairie Hermann a mis à notre portée immédiate la Géométrie de Descartes et les Méthodes de Lamé. Pour faciliter la lecture de la première, on a substitué aux signes de l'auteur des signes universellement adoptés, chaque fois que ce changement n'altérait pas le principe de la notation. Le résultat obtenu semble excellent et je ne doute pas qu'il contribue à répandre, au profit de notre prestige national, un monument impérissable.

Les méthodes que Lamé préconise pour la résolution des problèmes de géométrie sont un autre témoignage de la puissance du génie français. On peut dire, sans imprudence, qu'elles n'ont pas encore vieilli : je les recommande chaleureusement aux candidats aux grandes Ecoles.

G. BOULIGAND.

Appareils et méthodes de mesures mécaniques, par le Colonel RAIBAUD, Professeur à l'Ecole Polytechnique. In-8° de 215 pages avec figures (*Collection Armand Colin*), Colin, éditeur, Paris. — Prix 9 francs.

Ce livre est un exposé élégant des principales méthodes de mesures employées en Mécanique expérimentale, pour l'étude des phénomènes suivants : états d'équilibre des systèmes matériels, déplacements d'ensemble et déformations élastiques des solides, mouvements locaux des liquides et des gaz. Laissant de côté les minutieuses particularités des méthodes, l'auteur s'est ingénié à les grouper, de manière à donner à son livre un caractère réellement éducatif. A ce titre, l'ouvrage se recommande à tous ceux qui enseignent à quelque degré la Mécanique et la Physique; son caractère élémentaire le rend également accessible à de nombreux étudiants. J'ajoute qu'une bibliographie déjà fort documentée le complète de la manière la plus heureuse.

G. BOULIGAND.

Lézioni di Meccanica rationale, par MM. LEVI-CIVITA et AMALDI. Vol. II, 2e partie. In-8° de 690 pages avec figures. Zanichelli, éditeur, Bologne. — Prix : 80 lires.

Nous avons analysé dans ce recueil (23 avril 1927), la première partie du tome II des *Leçons de Mécanique Rationnelle*, consacré par MM. Lévi-Civita et Amaldi à la Dynamique des systèmes possédant un nombre fini de degrés de liberté. On trouve dans cette première partie la dynamique du point et les généralités relatives à la dynamique des systèmes (notamment les procédés analytiques de mise en équations). La seconde partie a pour objet l'application de ces méthodes aux problèmes particuliers de la Dynamique des solides.

L'ensemble de ces deux livres constitue un répertoire d'une richesse, d'une actualité et d'une clarté rarement égalées. M'intéressant personnellement au problème du solide pesant autour d'un point fixe, problème qui n'a pu encore être intégré en toute généralité, j'ai trouvé au chapitre VIII, un exposé substantiel, qui, sans préjudice des cas d'intégralité totale de Lagrange et de Sophie Kowalewsky, signale explncitement les cas d'intégrabilité partiels de Hess et de Tschapliguine. Et le tout à l'avenant!

Le choix et la rédaction des exercices (dont les textes donnent déjà des indications précises sur la marche à suivre) ont fait eux-mêmes l'objet d'une sollicitude spéciale. Qu'il me suffise ici de citer, dans ce genre, les indications données, dans l'une des applications consécutives au chapitre X, relativement au principe d'Huyghens, rattaché à la théorie des systèmes canoniques homogènes, principe qui apparaît, sous ce jour, comme le préliminaire de théories nouvelles (Schrödinger, de Broglie)

Voici le plan général de l'ouvrage :

Chap. VII : dynamique des solides, généralités, bipendule, mouvement plan.

Chap. VIII : mouvement d'un solide autour d'un point fixe, phénomènes gyroscopiques.

Chap. IX : Mouvement d'un solide au contact d'un plan; gyrostats, mouvements cycliques internes.

Chap. X. — Equations canoniques, invariants intégraux, recherche de solutions particulières, intégration par séparation des variables, applications à la Mécanique Céleste.

Chap. XI : Recherches de Gauss, Hertz, Hamilton, Hölder, Helmoltz sur les principes généraux.

Chap. XII : Mouvement impulsif, recherches de Volterra, etc...

G. BOULIGAND.

Les preuves de l'influence astrale sur l'homme, par Paul CHOISNARD, ancien élève de l'Ecole Polytechnique. In-16 de 93 pages. Félix Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

Les objections contre l'astrologie. Réponses aux critiques anciennes et modernes, par Paul CHOISNARD, ancien élève de l'Ecole Polytechnique. In-8° de 212 pages. Ernest Leroux, éditeur, Paris. — Prix : 25 fr.

M. Choisnard poursuit vigoureusement la campagne qu'il a entreprise dès longtemps en faveur de la rénovation des études astrologiques. Il faut reconnaître que la conception qu'il en propose fait résolument table rase de la plupart des errements anciens et s'appuie sur une des seules bases scientifiques actuellement possibles : la constatation des fréquences de similitudes entre les ciels de naissances. Ces similitudes seraient indubitablement plus fréquentes entre gens de même sang, de mêmes goûts ou professions, etc... (Loi d'hérédité astrale). Tel est le principe que M. Choisnard expose avec beaucoup de clarté et de précision dans le premier ouvrage : il en signale une ébauche chez Kepler, dont on sait que les découvertes astronomiques n'avaient en rien diminué la foi en l'astrologie. Dans le deuxième il réfute les objections qu'on lui a adressées et rassemble de nombreux témoignages favorables à son entreprise.

R. T.

Economique rationnelle, par F. DIVISIA, Ingénieur des Ponts et Chaussées, professeur d'Economie Politique à l'Ecole Nationale des Pont et Chaussées. Préface de M. Colson, inspecteur général des Pont et Chaussées, vice-président du Conseil d'Etat. Un vol. in-18 jésus de l'Encyclopédie Scientifique (Bibliothèque de Mathématiques appliquées). G. Doin et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 30 francs.

Il ne s'agit pas d'un exposé purement déductif des lois économiques, entreprise dont l'auteur reconnaît parfaitement l'impossibilité actuelle; mais d'un exposé didactique des parties les plus importantes de la science de la valeur : échange et prix, production, répartition, monnaie, à propos desquelles il s'applique à montrer « combien l'emploi du raisonnement mathématique peut y être utile en facilitant l'exposition des questions les plus complexes, comme en apportant sur certaines de ces questions des précisions et des solutions que le raisonnement ordinaire est impuissant à procurer.

M. Divisia n'ignore pas les limites d'application du formulaire mathématique dans ce domaine. Il les signale à tout propos et fait toutes les réserves nécessaires. Mais il est convaincu que ce formulaire doit être employé partout où cela est possible, et il le prouve de la façon la plus lumineuse. Enfin les trois chapitres terminaux sont consacrés au développement de la théorie synthétique de l'équilibre économique et à la discussion de l'hypothèse de Walras et des équations de Pareto.

Très beau travail, dont M. Colson, dans une remarquable préface, loue à bon droit l'originalité et la nécessité.

R. T.

Le Gérant : M. HÉDAN.

Imp. P. et A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 17 — 66e ANNÉE — 8 SEPTEMBRE 1928

L'ATLANTIDE ENVISAGÉE PAR UN PALÉONTOLOGISTE

par M. L. JOLEAUD
Professeur à la Sorbonne

L'Atlantide a formé le thème d'une littérature considérable dans tous les ordres d'investigations de l'esprit humain, depuis l'époque où Platon a donné à ses contemporains les récits imagés du Timée et du Critias. Aussi est-ce à peine si l'on peut dire que le succès d'un récent roman a redonné quelque vogue à un sujet, toujours commenté dans des sens d'ailleurs infiniment variés. Je voudrais seulement envisager ici le problème de l'Atlandide à la lumière des faits paléontologiques, préhistoriques et protohistoriques, qui, malgré leur évidente importance, ne sont pas ceux ayant le plus généralement retenu l'attention des critiques.

Je n'esquisserai pas ici l'analyse des textes de Platon, qui figurent en exergue dans de nombreuses publications traitant du continent disparu. La question de l'Atlantide, même examinée du point de vue restreint que je viens de définir, est encore fort complexe. Je me placerai d'abord dans l'hypothèse généralement admise, qui situe ces terres submergées au large de la côte actuelle du Maroc.

Depuis de nombreuses années, j'étudie les dépôts tertiaires et quaternaires de cette contrée; le champ de mes investigations sur ces formations sédimentaires, a englobé les régions méditerranéennes occidentales, Algérie, Tunisie, Corse, France: enfin, les voyages m'ont récemment conduit à voir sur place les terrains de même âge des rives méridionales de la mer des Antilles, notamment en Colombie : grâce à cet ensemble de recherches, j'ai donc pu me faire une opinion personnelle sur les problèmes que soulève, au point de vue géologique, la question de l'Atlantide.

D'autre part, j'ai orienté il y a longtemps déjà, mes recherches spéciales de paléontologie sur un important sujet de paléobiogéographie, les migrations des Mammifères à travers les zones jadis émergées entre l'action et le nouveau Monde, pendant les dernières phases de l'histoire de la Terre.

La Science nous fournit des documents qui témoignent incontestablement de l'existence de vastes surfaces continentales s'étendant de l'Espagne et de l'Afrique du Nord à la Floride et au Venezuela, à diverses reprises et à des emplacements différents, pendant les périodes géologiques les plus récentes. Tous les traits essentiels de la Géographie actuelle étaient déjà acquis à la fin du Quaternaire, à l'époque où se place les événements décrits par Platon.

Les temps où se déroulèrent les faits mentionnés par l'auteur grec sont définis par lui comme se reportant à 8 ou 9 millénaires avant Solon. Il y a peu d'années encore, des récits remontant à une époque aussi reculée étaient, *a priori*, considérés comme n'ayant aucune base réelle. Mais les merveilleux progrès récemment acquis dans le domaine de l'Egyptologie, ont permis de reconstituer les phases successives de la protohistoire de cette contrée.

Grâce à la régularité du régime du Nil et

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions dépeloppées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

aux connaissances astronomiques fort anciennes des riverains de ce grand fleuve africain, une chronologie absolue a même pu être ébauchée pour un aussi lointain passé. Toutes les dernières découvertes ont révélé, comme l'a montré A. Moret, le fond d'authenticité des plus vieilles traditions conservées dans les temples égyptiens, mais les notions de la valeur réelle du temps, telles que nous les présentent les documents dynastiques parvenus jusqu'à nous, doivent subir une correction importante : il convient de réduire la durée des phases successives de ces événements de près de moitié, par rapport aux nombres donnés par les annales pharaoniques.

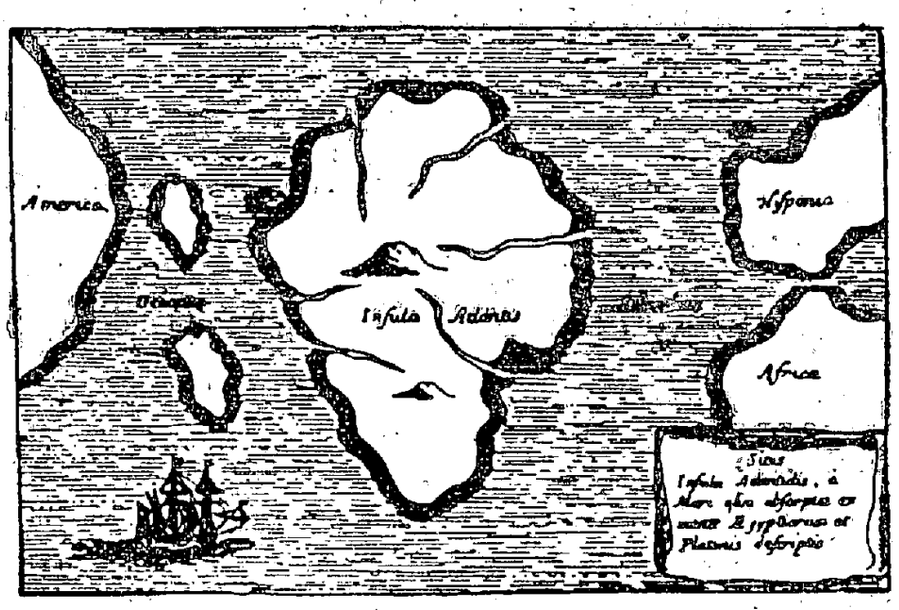


Fig. 231. — Situation de l'Atlantide
(P. KIRCHER, *Mundus Subterraneus*, 1665).

Or, il est, semble-t-il, un point essentiel du problème de l'Atlantide que les commentateurs ont souvent perdu de vue : Platon ne fait que nous rapporter une tradition égyptienne de Saïs. C'est donc avant tout à la lumière des faits de la Protohistoire du Delta, qu'il faut essayer de comprendre les textes du Timée et du Critias.

Saïs, la ville où des prêtres égyptiens auraient fait à Solon le récit de l'Atlantide, est une des cités de la vallée du Nil les plus intimement liées, quant à son origine, au milieu libyen. Nul doute donc, qu'il faille chercher dans l'Atlandide la trace de traditions libyennes, ou bien alors il ne peut y avoir aucun fond de vérité dans le degré d'ancienneté des récits rapportés par Platon.

Pour pousser plus avant la discussion de la valeur documentaire de ces textes, il est nécessaire de fixer tout d'abord, d'une façon aussi précise que possible, la chronologie absolue de la Protohistoire de l'Ouest du Delta nilotique, dans ses synchronismes avec celle des civilisations successives des Libyens. En même temps, il convient de définir l'extension géographique des relations ayant existé, au cours des temps protohistoriques et historiques, entre les populations du Delta et de la Libye. Il y a lieu aussi de dresser l'inventaire, tant pour le Sahara que pour la Berbérie, des documents laissés par les plus vieilles sociétés humaines, documents qui nous apportent quelques éclaircissements sur les relations ethniques réciproques de ces peuples.

Utilisant conjointement tous ces éléments géologiques, paléontologiques, préhistoriques et protohistoriques, nous verrons que l'Atlantide de Platon n'a pu, selon toute vraisemblance, exister au large des côtes marocaines, vers l'époque où se place le récit fait à Solon.

Logiquement, il faudrait ramener bien plus à l'Est, le lieu des événements dont les prêtres de Saïs avaient conservé le traditionnel souvenir; les contrées d'Afrique les plus occidentales où l'Egypte historique a indirectement exercé quelqu'influence, c'est-à-dire la région des Syrtes, semblent tout indiquée pour avoir été le théâtre de ces événements géophysiques, si toutefois ils se sont bien produits.

Les notions géologiques de l'antiquité classique et le récit du Timée.

Que la légende de l'Atlantide, comme nous la présente Platon, soit un mythe, ou que cette histoire ait quelque fondement, les textes du

Fig. 232. — Chef libyen
(A. MORET, *Le Nil et la civilisation égyptienne*, p. 410).

Timée et du Critias n'en témoignent pas moins de notions assez précises sur certains grands phénomènes géologiques, notions ainsi acquises par le savoir humain dès le temps du grand philosophe grec.

De l'avis des critiques qui voient simplement dans le Timée un assemblage de concepts imaginaires, tableau synthétique des connaissances physico-philosophiques des contemporains de Platon, les dialogues rédigés par le grand penseur grec ont une réelle portée scientifique : c'est le cas notamment de l'exposé des scien-

ces géométriques, astronomiques, biologiques, psychologiques, pathologiques et thérapeutiques, qui figurent dans ce livre. Il est permis de penser qu'il en fut de même du point de vue géologique : l'histoire de l'Atlantide, telle que nous la présente le disciple de Socrate, est une sorte de stylisation, sous la forme d'un attachant récit d'événements concrets, des aspects divers des phénomènes dynamiques terrestres.

La conception initiale d'un continent submergé est une notion essentiellement d'ordre géologique, discutée il est vrai encore par certaines écoles géophysiques; il est même curieux de remarquer que Platon localise géographiquement, dans les mêmes régions terrestres, les phénomènes de submersion et les séismes.

L'auteur du Critias, dans son histoire d'Athènes, esquisse en une peinture très vivante, l'ennoyage de l'Egéide et l'activité de l'érosion dans l'ancienne Attique, qui « détachée, dit-il, toute entière du reste du Continent, s'allonge aujourd'hui dans la mer comme l'extrémité du

Fig. 233. — Guerriers et prisonniers libyens à fourreau phallique, d'après les monuments égyptiens. (Flamand, *Pierres Ecrites*, p. 309).

monde. C'est qu'il y a eu de nombreux et terribles déluges au cours de ces 9.000 ans (depuis la disparition de l'Atlantide). Pendant cette période si longue, la terre, qui glissait des lieux élevés, ne déposait pas, comme ailleurs, un sédiment, mais, roulant toujours, finissait par disparaître dans les abîmes. »

En somme, l'histoire de l'Atlantide, placée au début du Timée, constitue une sorte de préambule géologique à l'exposé astronomique qui forme ensuite le principal développement de l'ouvrage.

La question qui se pose dès lors est de savoir si le récit de ces événements géophysiques doit être envisagé comme une synthèse imaginaire des phénomènes dynamiques terrestres, synthèse mise en harmonie avec un passé infiniment lointain attribué par Platon à sa chère cité d'Athènes? Une autre hypothèse consiste à voir dans les faits racontés par le philosophe grec, un thème brodé sur une base protohistorique exacte. Il est bien possible que ne soit jamais acquise une notion certaine de la vérité sur ce point, mais il est logique, à mon sens, de discuter, à la lumière des récentes acquisitions de la Science, l'hypothèse de la réalité de la légende atlantéenne.

L'ancienneté possible des événements relatés par Platon dans l'histoire de l'Atlantide.

A quelle phase de la protohistoire égyptienne se rapporteraient les événements consécutifs à la disparition de l'Atlantide, événements indiqués par Platon comme datant de 8.500 ans environ avant J.-C.? Très hypothétiquement, on peut les faire remonter à l'époque où les Libyens exercèrent dans l'Ouest du Delta, et à Saïs notamment, une certaine influence. Ceci nous reporte vers 6.500, si l'on fait subir aux nombres fantaisistes attribués par les prêtres égyptiens à la période prédynastique, une réduction de durée de moitié, de l'ordre de celle admise par A. Moret pour l'ensemble des don-

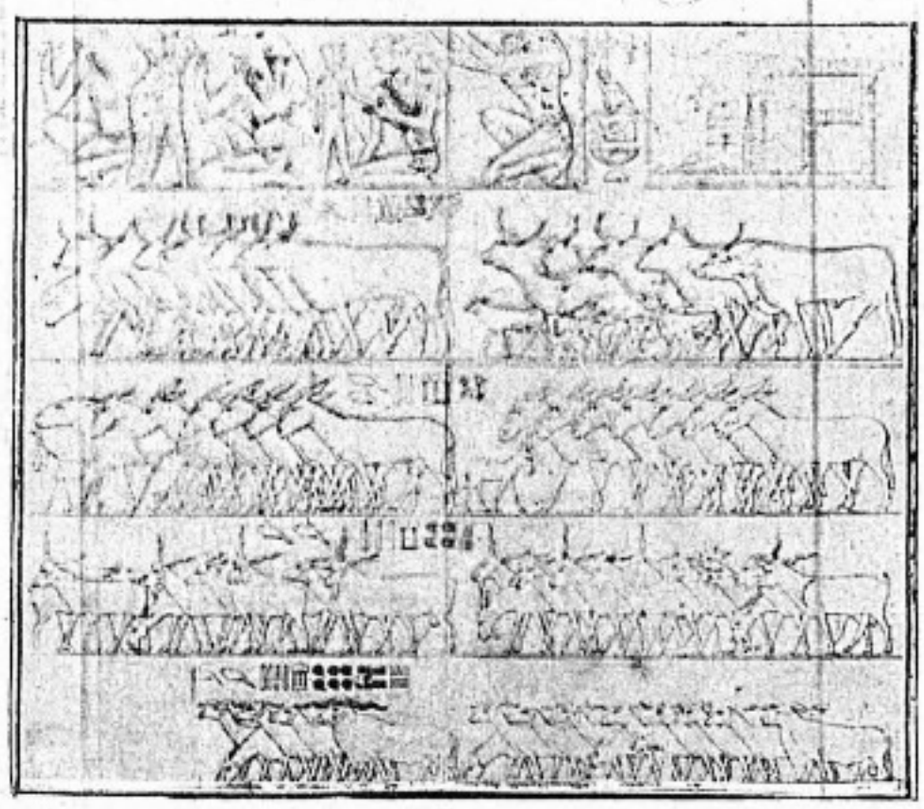


Fig. 234. — Animaux domestiques capturés aux Libyens par les Egyptiens : Bœufs à grandes cornes, Ânes, Moutons, Chèvres (1.800 av. J.-C.). (Borchardt *in* Beadaell, *Origin of civilisation*).

nées chronologiques fournies sur cette période par les anciennes traditions des habitants de la vallée du Nil.

Il n'est pas *a priori* invraisemblable que les prêtres de Saïs aient conservé dans leurs annales le souvenir, plus ou moins imprécis, d'événements aussi reculés dans le temps que la disparition de l'Atlantide. Aujourd'hui, il est généralement admis que les livres des Pyramides, les plus anciens textes historico-légendaires de l'Egypte, ont été rédigés, vers la fin de la Vᵉ dynastie, par des prêtres d'Heliopolis, en utilisant le trésor de traditions des civilisations préhistoriques du Delta. Or, ces textes font allusion à la prééminence de Létopolis qui, anté-

rieure à l'hégémonie de Saïs, remonte à 7.000 ans environ avant J.-C.

Les Libyens de l'Ouest de la vallée du Nil et l'extension maxima des influences égyptiennes vers l'Occident d'après les documents pharaoniques.

Selon les monuments égyptiens, des populations de races libyennes, nomades sur les plateaux désertiques, sédentaires dans les oasis, étaient répandues de la Méditerranée à la première cataracte (Assouan); leurs proches parents, les Nubiens, se trouvaient installés plus en amont, sur les deux rives du Nil, jusqu'au Soudan. Leurs caractères ethniques nous apparaissent sur les bas-reliefs des monuments nilotiques, tels que nous les voyons encore aujourd'hui chez les peuples du Nord-Ouest africain ; à l'heure actuelle, les dialectes berbères témoignent d'ailleurs de cet antique état de chose, par leur remarquable homogénéité, du Rif et de la Maurétanie à Sioua (oasis de Jupiter-Ammon).

Fig. 235.—L'Egypte et les contrées connues des habitants de la vallée du Nil sous l'Ancien Empire (J. H. Breasted, *Histoire de l'Egypte*, *II*, c. 11).

D'une façon générale, les Libyens étaient de grande taille et bien musclés ; leurs cheveux nattés comportaient une tresse plus longue que les autres, retombant sur l'épaule comme des populations actuelles de la banlieue de Tanger, ou des pays Zaïan et Chaouia (Maroc) ; parfois aussi, une petite mèche se dressait sur leur front (fig. 232). Leur barbe, taillée en pointe, se recourbait en avant. Indépendamment des tatouages dont leur corps s'ornait, ils sont représentés portant des bracelets et des colliers, et protégés par une robe ample, serrée à la taille, comme la fouta des indigènes modernes de l'Afrique du Nord. Les armes par excellence des anciens Libyens étaient le boomerang et le javelot.

Les peuples les plus fréquemment signalés par les documents pharaoniques, au nombre des Libyens sédentaires vivant à l'Ouest de la vallée du Nil, sont les *Tchenou* ou habitants de la côte Marmarique et les *Mashouasha*, désignés plus tard par les Grecs sous le nom de Maxyes, alors riverains des Syrtes.

Aux temps protohistoriques, les Tchenou ont étendu leur influence sur une série de nomes de l'Ouest du Delta. Les textes des Pyramides font allusion « aux boomerangs qui président à Létopolis » (2ᵉ nome). Dans le troisième nome (Iment, « Occident ») était adoré un Faucon, Horus tchenou, Horus l'aîné « qui préside aux Deux Yeux et lève haut le bras » (geste du chasseur au boomerang). Le 4ᵉ nome (Prosopis) et le 5ᵉ (Saïs) révéraient Neit tchenou, qui portait des flèches de chasseur, croisées sur une peau de bête tachetée. Le 7ᵉ nome (Harpon, Métélis), obéit jadis, d'après les bas-reliefs des temples de la Vᵉ dynastie, à la déesse Iment « Occident », symbolisée par la plume d'autruche, divinité également protectrice des 3ᵉ, 4ᵉ, 5ᵉ et 19ᵉ nomes. Le symbole de ce dernier nome tient lui-même parfois en mains l'enseigne occidentale : dans le centre de ce même nome, à Bouto, était né le Loup Oupouat, « qui ouvre les chemins », « qui préside à l'Occident » ; plus tard, furent honorés dans cette ville le Serpent Ouazet et le Faucon Horus-l'enfant, fils d'Isis. Ainsi, la ligne Bouto-Saïs-Prosopis-Letopolis marque la limite d'expansion vers l'Est des Tchenou.

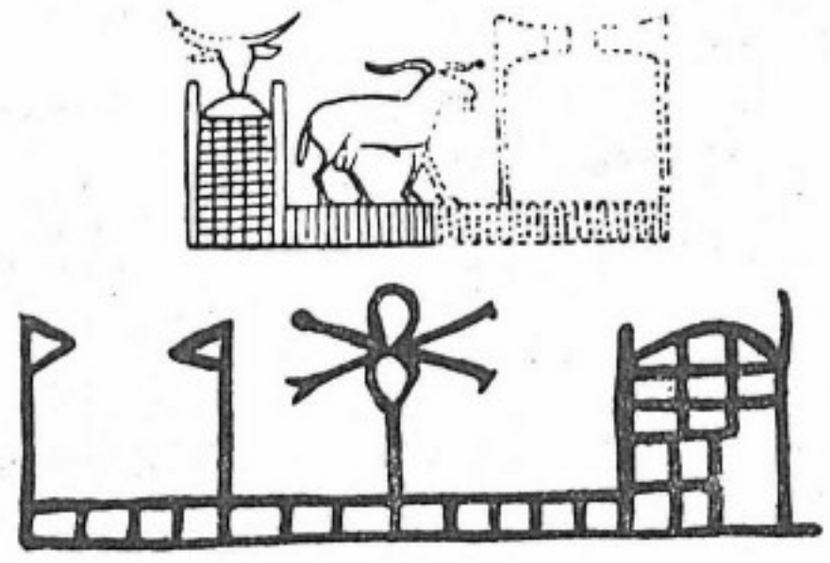


Fig. 236.—Edicule d'enseigne et d'animal totémique de la très ancienne Egypte. (A. Moret, *Mystères égyptiens*, p. 155).

Un seul terme de la toponymie actuelle de la Marmarique me paraît avoir peut-être perpétué le souvenir des Tchenou, c'est le bir

Thaoum, situé au Sud de Kasr ez Zarga el Ouadi, non loin de l'antique Paraetonium, au pied du mont Akabet es Serhir, l'ancien mont Katabathmus minus; au temps de l'antiquité gréco-latine, les Tehenou étaient devenus les Adyrmakhidae, c'est-à-dire les Maxyes de la Montagne.

Les peintures et les gravures de l'ancienne Libye.

Entre l'Égypte et le Sud de la Berbérie, existent, en plusieurs localités du Sahara, divers groupes de figurations rupestres préhistoriques,

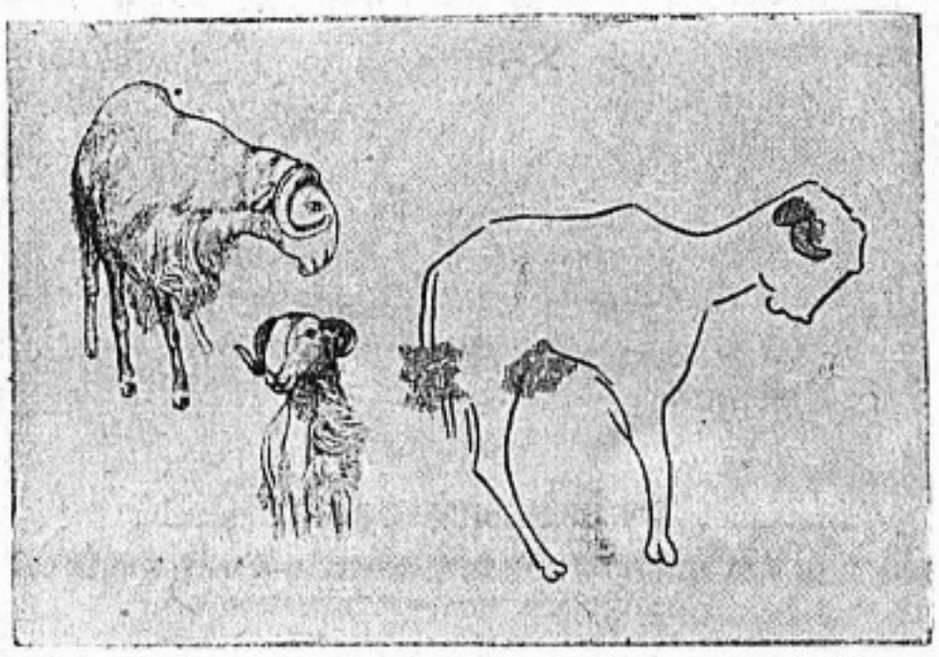


Fig. 237. — Bélier des gravures rupestres de Bou Alem (Sud Oranais) et Bélier touareg actuel (*Ovis longipes*) (Flamand. *Pierres Ecrites*, p. 366).

qui permettent de se rendre compte à la fois de l'extension géographique et de l'ancienneté relative des influences exercées dans les pays de l'Ouest par les civilisations nilotiques.

Les plus remarquables sont les peintures de la grotte d'In Ezzan, au Sud-Est de Rhat (24°N, 11°E), relevées par L. Lavauden. Celles-ci peuvent être groupées chronologiquement en 3 séries :

1° Les plus anciennes représentent des palmes, puis un homme et une femme nus en face l'un de l'autre, enfin un petit homme nu, armé d'un arc et de flèches chassant l'Oryx ;

2° Celles d'époque moyenne nous font voir des hommes à coupe de cheveux donnant à leur chef une forme en champignon, à robe de facture libyco-égyptienne, à armes comprenant des boomerangs, des arcs et des flèches; d'autres hommes, qui sont dessinés nus, portent une queue d'animal par derrière; ils sont accompagnés de Chiens ou de Guépards, de Bœufs sans bosse, à grandes cornes, d'Oryx, de Mouflons à manchettes (animaux déterminés par comparaison avec les figures très précises du manche de couteau prédynastiques d'Hassaya);

3° Les plus récentes, recouvrant parfois les précédentes, figurent des cavaliers avec Chiens, chassant l'Antilope Addax; l'un des cavaliers est armé d'une très longue lance; ces dernières peintures, avec Chevaux, sont parfois elles-mêmes recouvertes, d'après Lavauden, d'inscriptions tifinars, subordonnées à leur tour à des caractères arabes.

Breuil a vu dans les hommes de la série 1 des Bushmans. Ceux de la série 2 rappellent quelque peu, par leur robe serrée à la taille, les chefs libyens des tombeaux de Seti Ier et de Ramsès III; Breuil les compare aux gens de l'Espagne orientale, représentés sur les peintures de Cogul.

Ainsi, dans le Sahara confinant à la Tripolitaine se seraient superposées chronologiquement une civilisation bushman, puis une civilisation libyco-égyptienne : l'influence égyptienne, qui, comme on le verra par la suite, n'a pas atteint le Sud-oranais, malgré ce qui a été dit, a ainsi pénétré au Midi de la Libye.

Comme trait de liaison géographique entre ces peintures d'In Ezzan et les monuments

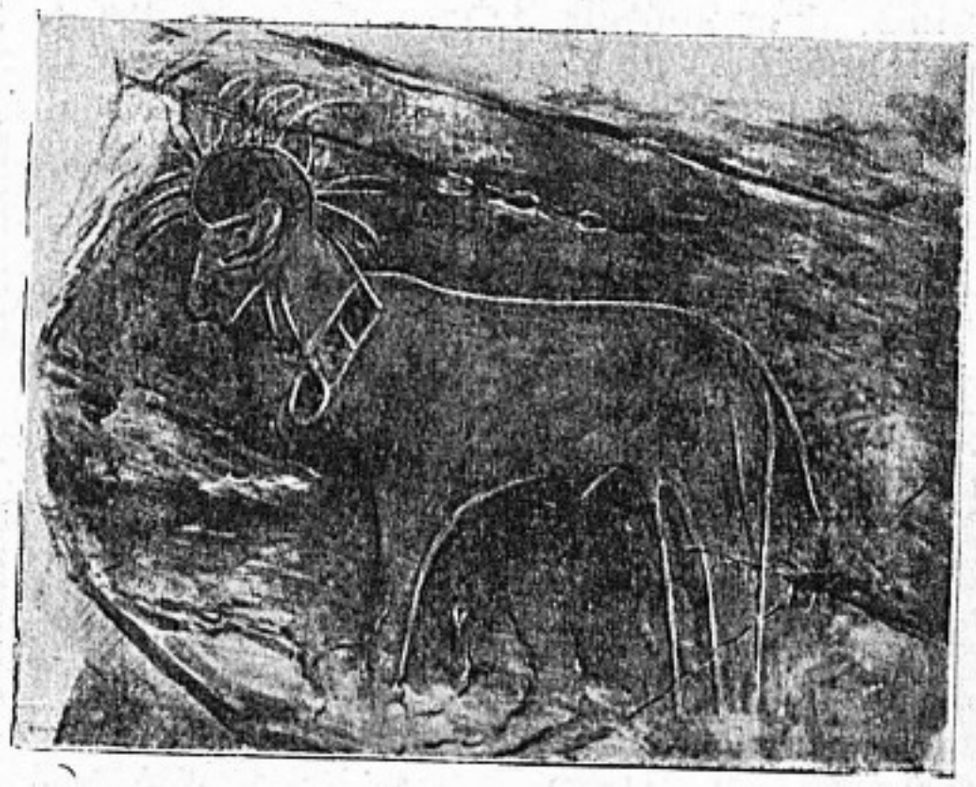


Fig. 238. — Bélier coiffé, Z naga. Sud oranais (Frobenius *Hadschra Maktuba*, pl. 35).

égyptiens, je signalerai les gravures récemment repérées par le prince Kemal ed Dine au djebel Ouenat, dans le centre du désert libyque, par 22° N (Sud du tropique du Cancer) et 25°E (parallèle de Sioua). Là encore il convient de distinguer plusieurs groupements chronologiques de figurations (1) :

1° Les plus anciennes gravures sont piquetées : elles correspondent à des images de Girafes et d'Autruches, animaux qui ne se trouvent plus aujourd'hui qu'à 800 kilomètres plus au Sud; à côté se voient des hommes de type bushman.

2° Plus récentes sont les figures d'Abou Bal-

(1) V. *Revue Scientifique*, 1928, page 105.

las et de Kerkoum Talah, où est gravé un Chameau (des têtes de cet animal comptaient déjà parmi les figurines trouvées à Abydos et à Hieracompolis, dans des stations prédynastiques); un Libyen, à la taille serrée dans un pagne, armé d'arc et de flèches, chasse avec des Chiens; à côté se voit une Vache à grandes cornes et un jeune veau qu'elle allaite : Breuil a rapproché le style de ces images de celui des figurations reconnues sur les plaques de schiste protohistoriques égypiennes.

3° Postérieures enfin, sont des représentations de Bœufs (*Bos macroceros*), de Mouflons et de Bouquetins (déterminés par comparaison avec les représentations du couteau prédynastique d'Hessaya), d'Addax (analogues aux figures des tombes de l'Ancien Empire), de Girafes, d'Autruches, etc.; les hommes qui voisinent avec ces animaux sont armés d'ares, de pics, de haches emmanchées, de boomerangs et de boucliers de formes variées; les femmes portaient par derrière des queues postiches; Breuil a comparé cette dernière série de gravues aux graffiti d'Assouan découverts par Schweinfurth.

Ainsi, dans tout le Sahara oriental, jusque vers le méridien de Djerba, une civilisation libyco-égyptienne serait venue se superposer à une société bushmane : aucune trace de l'une ni de l'autre ne semble se retrouver plus à l'Ouest aux mêmes époques; la période d'épanouissement de la seconde de ces cultures se

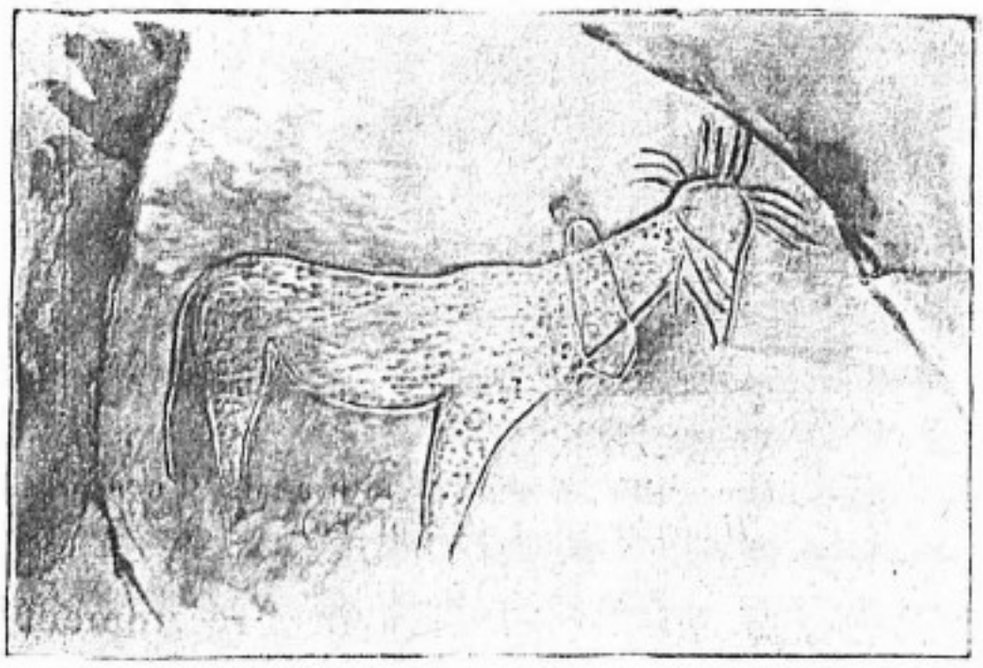


Fig. 239. — Bélier coiffé Zenaga
(FROBENIUS, *Hadschra Maktuba* pl. 36.)

rattacherait plus ou moins étroitement aux temps protohistoriques (prédynastiques) égyptiens.

Ces gravures et ces peintures des régions libyques diffèrent par de nombreux traits des images rupestres du Sud-algérien, tant au point de vue de la facture que de la succession chronologique et de la faune figurée. Il y a deux grands groupes d'images rupestres du Sud-algérien : le plus ancien, qui compte des animaux disparus, comme le Buffle antique, doit être situé dans les périodes comprenant la fin du Paléolithique et le Néolithique ancien ; le plus récent, où ne sont représentés que des éléments de la faune actuelle, se lie finalement d'une façon plus ou moins intime aux inscriptions tiffinars.

Un synchronisme approximatif pour l'ensemble des figurations rupestres nord-africaines pourrait donc être ainsi établi : 1° les gravu-

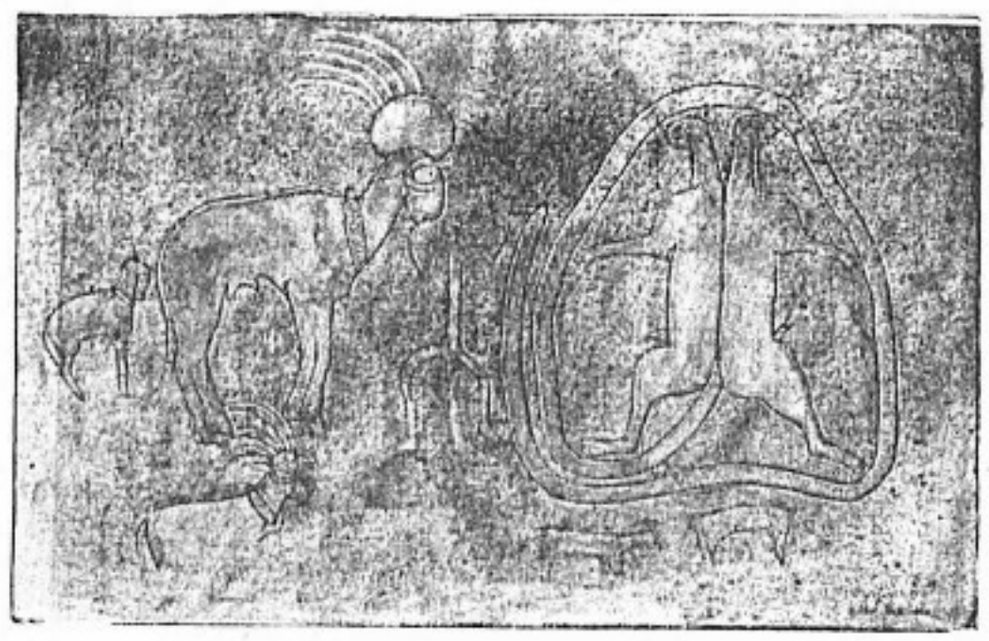


Fig. 24c. — Bélier coiffé, Djebel Bes Seba
(FROBENIUS *Hadschra Maktuba*, pl. 94).

res à grands Buffles du Sud-oranais seraient l'équivalent chronologique des peintures et des gravures libyques de facture bushman; 2° les gravures sud-algériennes à faune actuelle deviendraient contemporaines des peintures et gravures libyques où les hommes ont un costume serré à la taille comme celui que nous représentent les monuments égyptiens prédynastiques.

LES GRAVURES RUPESTRES DU SUD-ORANAIS A BÉLIERS COIFFÉS ET EMPLUMÉS.

L'un des arguments que l'on a fait valoir pour soutenir la thèse de l'ancienneté relative des relations ayant pu exister entre l'Egypte et la Berbérie, s'appuie sur l'analogie des représentations d'Ammon Ra du Nouvel Empire thébain et des figures de Béliers coiffés des gravures rupestres des Ksours oranais. Les premières images de Béliers coiffés découvertes dans le Sud algérien éveillaient, en effet, l'idée d'une telle comparaison; mais aujourd'hui cette manière de voir doit être abandonnée. Les belles illustrations du livre des « Hadschra Maktuba » de Obermaier et Frobenius, montrent que les Béliers en question avaient sur la tête une coiffe sphérique retenue par une jugulaire autour du cou. A cette coiffe, étaient attachés des ornements, sans doute des plumes d'Autruche, représentées suivant une stylisation identique à

celle qu'affecte les reproductions de chefs libyens sur les monuments égyptiens. Si les trois motifs accompagnant le globe supporté par la tête du Bélier de Bou Alem (Sud-Ouest d'Aflou) ont pu faire songer à des uræus, ceux plus nombreux entourant la sphère fixée sur le crâne des Béliers de Zenaga, comportent à la fois des lignes simples et doubles, incompatibles avec une telle interprétation.

Très nombreux, allongés et dressés au-dessus

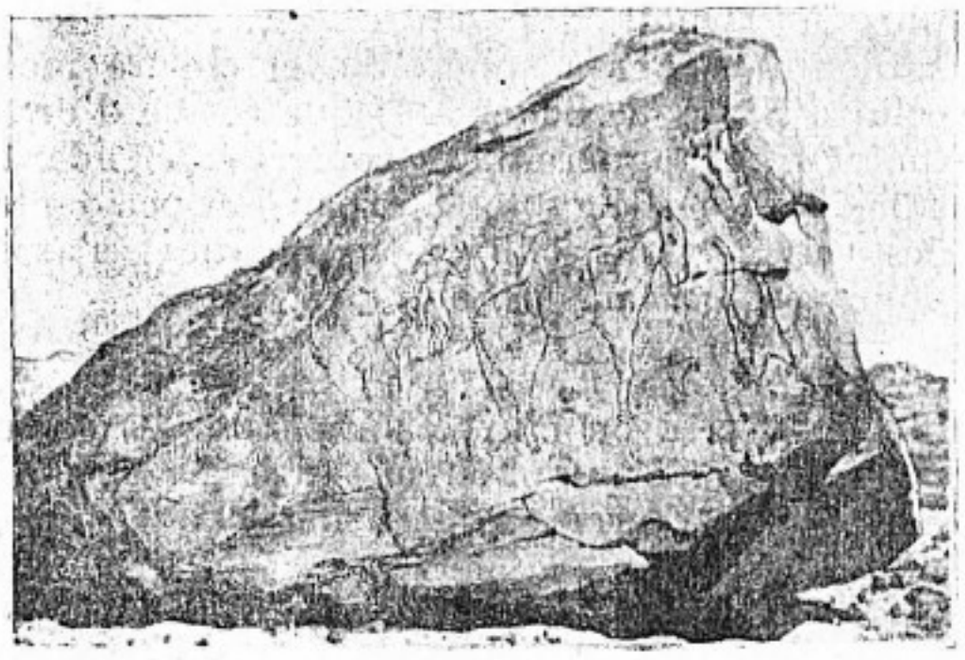


Fig. 241. — Bélier coiffé, Equidé bâté, Vallée de Dermel. (Frobenius *Hadschra Maktuba*, pl. 63).

de la tête, sont les appendices de la coiffe sphérique de deux des Béliers du djebel Bes Seba (Nord-Ouest d'El Abiod Sidi Cheik, le troisième de ces animaux ayant simplement des plumes directement implantées sur le crâne. Dans ce même tableau rupestre, devant le plus gros Bélier, se trouve un petit homme nu, en posture d'adoration, précédé lui-même de l'image de deux animaux accolés dos à dos, peut-être encore deux Béliers, entourés d'une double ligne prolongeant leurs queues. Tous les Béliers de Bou Alem, Zenaga, Bes Seba, etc., portent un collier, indice de domestication.

Un petit Bélier coiffé, dessiné sur une gravure de la vallée de Dermel, entre Ain Sefra et Figuig, suit aussi un homme, derrière des Equiaés bâtés.

A El Korema, des croquis rupestres schématisent deux Béliers, porteurs d'une coiffe sphérique à contours irréguliers, et à surface ponctuée; à cette coiffe se rattachent quantité d'ornements souples et étroits comme des lanières Entre les deux Ovidés apparaît un Rhinocéros, bête assez rare sur les gravures rupestres et disparue très tôt, au Quaternaire, en Berbérie; le même tableau figure des signes rappelant certains caractères alphabétiformes.

A Enfous (Aflou), nous retrouvons un Bélier casqué et devant lui sont représentés un homme et une femme en posture d'adoration.

A Ain Tazina (Nord-Ouest d'El Abiod Sidi Cheik), un Bélier sommairement esquissé, supporte un énorme globe ; à côté de son image sont dessinés divers quadrupèdes, dont le premier peut être un Equidé bâté.

A Ksar Amar (Nord-Est de Ksour), devant deux Béliers à tête ornée de deux plumes, se tient, leur tournant le dos, un homme, la tête aussi couverte d'une coiffe et maniant de la main gauche sans doute un boomerang.

Telles sont les plus remarquables figurations de Béliers coiffés des Ksours oranais et du djebel Amour. Elles se rapportent toutes à un Ovidé mâle, portant sur la tête tantôt une coiffe plus ou moins sphérique et des séries de plumes probablement d'autruches, tantôt seulement un couvre-chef en forme de globe, tantôt simplement des plumes.

Un autre groupe d'images rupestres, fort frustes d'ailleurs, de Béliers casqués, se rencontre en Algérie, près de Constantine, à El Aria. Au lieu dit Khelouet Sidi Bou Hadjar, se voit un Bélier coiffé, puis la tête d'un autre animal semblable, non loin d'un homme armé d'un boomerang. Les plumes surmontant la coiffe de ces bêtes ont, semble-t-il, été prises pour des cornes; elles ont fait comparer à tort cet Ovidé à un Mouflon. Une semblable figure s'observe sur le plateau de Guechguech, près de la même localité. La faune dessinée sur les gravures et les peintures d'El Aria, a depuis longtemps dis-

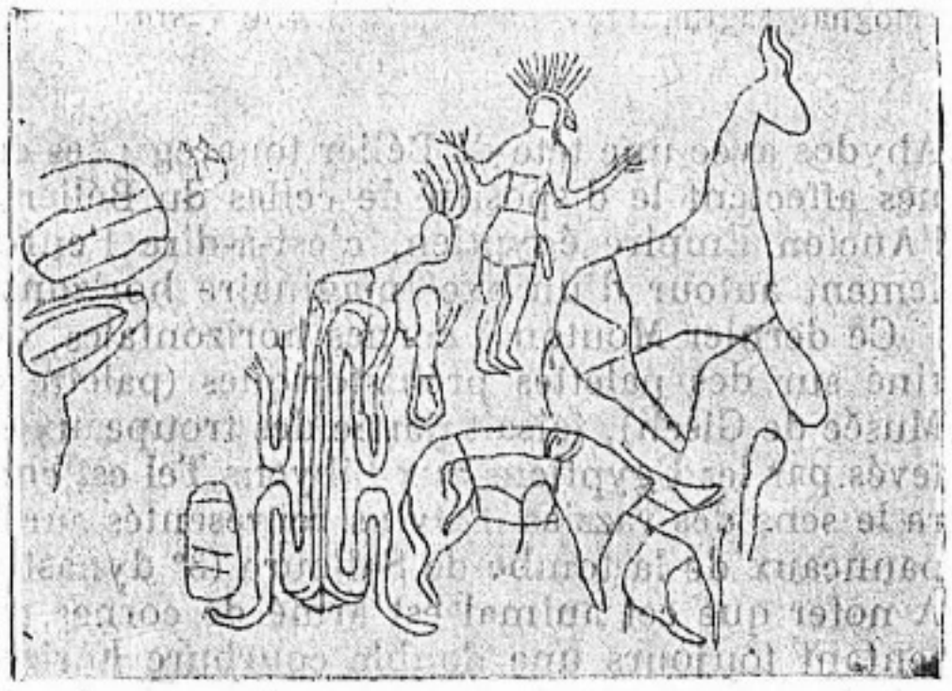


Fig. 242. — Béliers coiffés, Homme emplumé, etc. Moghar Taghtani (Frobenius, *Hadschra Maktuba*, pl, 72).

paru de la région de Constantine : elle comprend des Oryx, peut-être aussi des Eléphants et des Buffles.

Les Béliers des gravures sud-oranaises, particulièrement ceux de fort belle facture de Bou Alem, se rattachent incontestablement à la race des Moutons touaregs à poils et à longues jambes ou Ademan (*Ovis longipes* Fitz.), ainsi que l'a montré Cl. Gaillard.

Comme je l'ai dit, je crois qu'il n'y a aucun

rapport originel entre les représentations des Béliers coiffés du Sud-Oranais et les figures d'Ammon-Ra égyptiennes. Les Béliers algériens avaient la tête ornée d'un objet sphérique et non d'un disque, tel que celui d'Ammon-Ra. La comparaison serait plus logique entre les images berbères et la figuration du dieu Khoum, du temple d'Abydos : celui-ci, en effet, porte un sphéroïde et non un disque. Khnoum était le dieu d'Elephantine (1er nome de la Haute Egypte), d'Hypselis ou Shes hotep (2e nome de la Haute Egypte), de Mendes (16e nome de la Basse Egypte). Mais le dieu Khnoum ne figure pas à

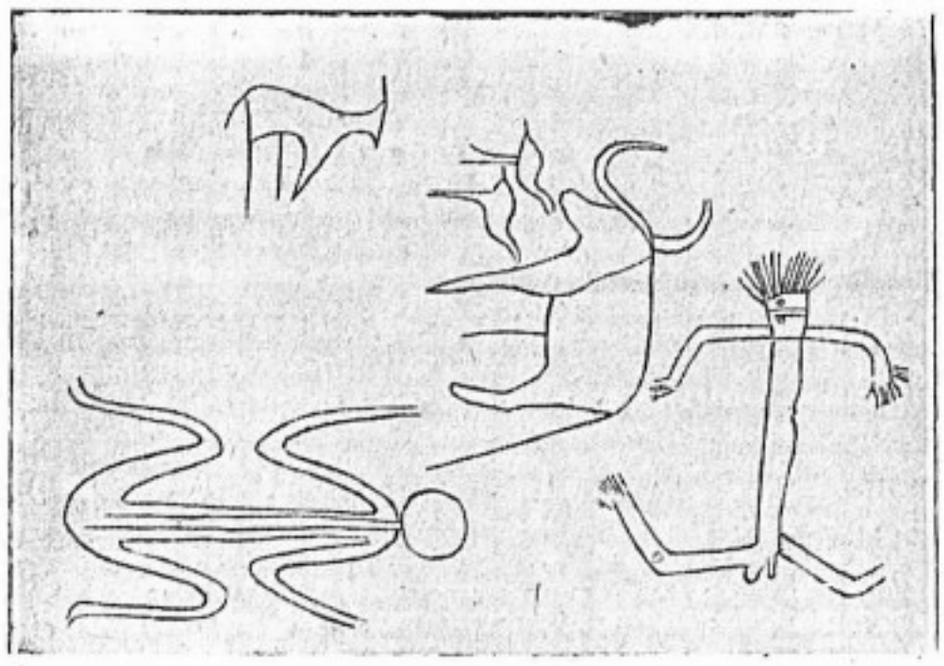


Fig. 243. — Homme emplumé, Bœufs, Autruches, etc Moghar Tagthani (Frobenius, *Hadschra Maktuba* pl. 75).

Abydos avec une tête de Bélier touareg ; ses cornes affectent le dispositif de celles du Bélier de l'Ancien Empire égyptien, c'est-à-dire l'enroulement autour d'un axe imaginaire horizontal.

Ce dernier Mouton à cornes horizontales, dessiné sur des palettes préhistoriques (palette du Musée de Giseh), faisait partie des troupeaux enlevés par les Egyptiens aux Libyens. Tel est encore le sens des razzias d'Ovins représentés sur les panneaux de la tombe de Sahoura (3e dynastie). A noter que cet animal est armé de cornes présentant toujours une double courbure horizontale. Au contraire, le Mouflon à manchettes, tel qu'il est figuré sur le manche en ivoire du poignard de silex de la station protohistorique d'Hassaya, près d'Edfou (Haute Egypte), possède des cornes à une seule inflexion horizontale. Le Bouc de Méra a les cornes spiralées, mais très redressées, tandis que le Bouquetin se fait remarquer par ses cornes simplement, mais fortement, recourbées en arrière d'après sa figuration sur les bas-reliefs du tombeau de Méra à Sakkarah (6e dynastie).

Le Bélier à cornes horizontales figure sur de très anciens documents égyptiens comme animal totem, enfermé dans un édicule constitué de murs en clayonnage, recouvert d'un toit affectant la forme d'une demi-coupole à laquelle est accroché le bucrâne.

En résumé, le Mouton à cornes horizontales apparait comme ayant été dès les temps protohistoriques, l'animal domestique des Libyens habitant les confins de l'Egypte et aussi l'animal totem d'une partie de leurs clans préhistoriques ; plus tard, il contribua à créer l'image du dieu Khnoum. Mais l'aire de cet Ovidé n'atteignit jamais, malgré ce qui en a été dit, le Sahara oriental et encore moins les pays situés plus à l'Ouest. Pas davantage, le culte de Khnoum, Bélier à sphéroïde, et encore moins celui d'Ammon, Bélier à disque accolé d'uræus (najas), ne gagnèrent les contrées s'étendant a l'Occident de l'Egypte. L'expansion occidentale des civilisations libyco-égyptiennes s'arrêta donc vers la Marmarique.

L'improbalité de l'hypothèse d'une atlantide protohistorique située au large du littoral marocain

Les données de la protohistoire concordent avec celles de la stratigraphie des termes les plus récents du Quaternaire marocain, pour démontrer l'improbabilité de l'hypothèse, si souvent admise, d'une vaste terre émergée se dressant au large de la côte actuelle, à l'époque fixée par Platon comme étant celle de la disparition de l'Atlantide. Aux périodes néolithiques berbères et sahariennes, qui correspondent en Egypte aux temps compris entre le Néolithique et le Moyen Empire, le littoral affectait déjà la même forme qu'aujourd'hui aussi bien au Moghreb qu'aux Canaries : c'est ce dont témoignent notamment les amas de coquilles marines, reliefs alimentaires des pêcheurs néolithiques de toutes ces côtes.

Si l'Atlantide a existé, il faut donc en chercher l'emplacement ailleurs qu'au-delà du détroit de Gibraltar, par rapport aux pays de vieille civilisation du Proche-Orient. Depuis lontemps les critiques de l'œuvre de Platon se sont livrés à de telles spéculations : ils ont transposé le continent disparu en des régions infiniment variées de la surface terrestre, depuis les contrées hyperboréennes jusqu'au cœur de l'Océan Indien.

Dans l'hypothèse de la véracité des faits rapportés par le philosophe grec dans le récit du Timée, il conviendrait de situer beaucoup moins loin de la ville de Saïs, berceau de la tradition atlantéenne, le pays auquel s'appliqueraient les descriptions géographiques et géologiques données par Platon.

Nous avons vu que les influences égyptiennes n'avaient pas dépassé, vers l'Occident, le méridien de la Petite Syrie. Ce serait donc au plus dans les parages du golfe de Gabès qu'il faudrait chercher l'emplacement de l'Atlantide platonicienne. Une telle hypothèse a déjà été émise par

quelques auteurs. Mais les arguments invoqués par eux ne reposent généralement pas sur des données protohistoriques. Ils n'ont pas davantage envisagé les éléments géologiques d'un problème qui a trait exclusivement à l'ultime phase de la dernière grande ère de l'histoire du globe.

La tectonique récente et la séismicité de la Berbérie sud-orientale

En bordure de la côte sud du golfe de Gabès, se creusent des lacs saumâtres ou sebkhas, dont les talus sont formés de dépôts de gypse. Après le soulèvement qui a porté jusqu'à la cote 10 ces sédiments lagunaires, s'est produit un affaissement, à la suite duquel les eaux marines ont envahi les cuvettes formant aujourd'ui la bahiret el Biban et le golfe de Bou Grara, entre l'île de Djerba et les presqu'îles de Meabeul et de Zarzis. Ce mouvement positif de la mer est géologiquement très jeune, puisqu'il est postérieur aux plages et terrasses quaternaires les plus basses de la côte, dépôts contemporains du Pléistocène récent.

La région de Gabès n'a pas été seulement ainsi le théâtre de mouvements tectoniques relativement très proches de nous, elle a continué a être soumise jusqu'à aujourd'hui à des oscillations verticales, particulièrement accusées, d'origine séismique. Les abords de la Petite Syrte sont, en effet, un des pays barbaresque où les tremblements de terre ne sont pas rares. Or, tel était bien aussi le caractère de l'Atlantide, d'après le texte de Platon.

Les conditions géographiques locales du drainage naturel aux abords de la Petite Syrte

Dans le fond des dépressions du vaste plateau mollement ondulé d'El Djem, de même que dans le pays situé plus au Sud-Est, la Djeffara des Ouerguema, les eaux de ruissellement se rassemblent dans les lacs salés : bien qu'aucune ride orograpique ne sépare ces pays de la mer, le drainage en direction de la Méditerranée orientale, est ici potur ainsi dire nul et cependant certains chotts s'y étalent jusque tout près du rivage.

La plateforme sous-marine qui prolonge ces contrées vers le Nord-Est, offre d'ailleurs elle-même une topographie identique à celle du continent voisin : des cuvettes, morpholoiquement comparables aux bas-fonds des lacs salés, s'y observent, ainsi que des lits d'anciennes rivières, aujourd'hui submergées : ces thalwegs sont d'ailleurs désignés par les pêcheurs indigènes sous le nom d' « oueds », tout comme les cours d'eau du plateau encore émergé.

Cette persistance dans le Sahel tunisien d'un modelé de type aussi primitif, révèle incontestablement l'extrême jeunesse relative du cadre géographique actuel de la Petite Syrte.

L'hydrographie de la zone littorale de la Petite Syrte et ses récentes modifications géographiques.

La mer, à l'Est des îles Kerkenna, voisines de Sfax, recouvre, d'une tranche d'eau de 1 à 2 mètres, des bancs, coupés de canaux étroits et profonds de 10 à 12 mètres, sinueux, encaissés entre des berges subverticales. Ces canaux, qui sont les oueds sous-marins dont il vient d'être question, se terminent souvent en cul-de-sac, ou bien encore viennent aboutir à une fosse profonde, à un chott submergé. Le fond de ces thalwegs sous-marins n'est pas recouvert de vase : le roc y affleure à nu; à sa surface, ont

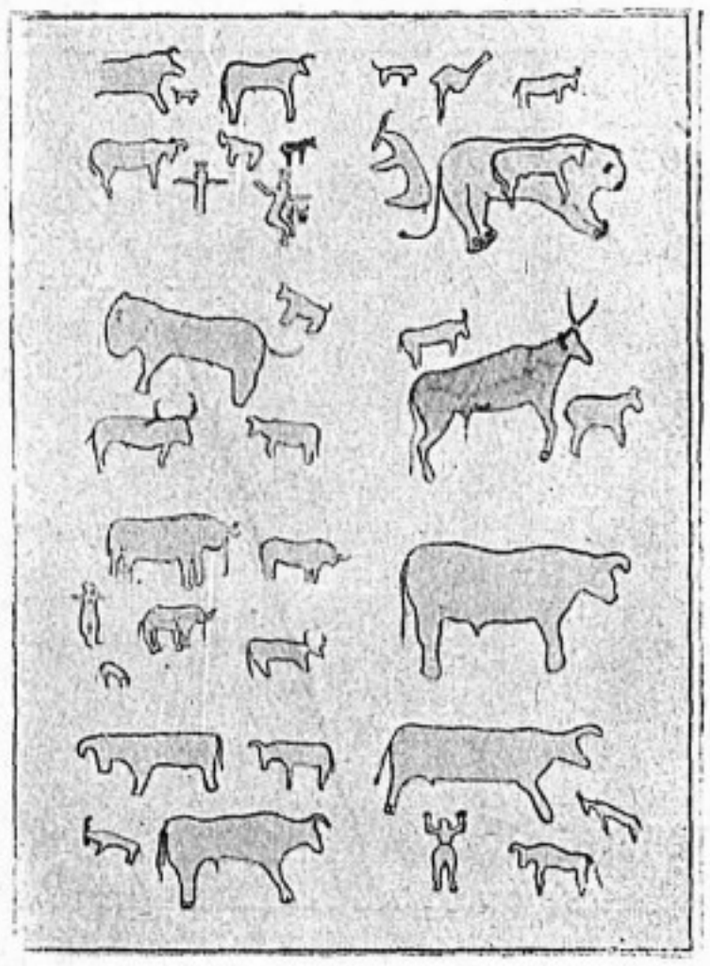


Fig. 244.— Hommes emplumés, Bœufs, Félins, Autruche, Eléphant, Rhinocéros. Tiout. (Frobenius, *Hadschra*, pl. 81).

été draguées des coquilles identiques à celles des plages voisines.

Les îles Kerkenna, émergées au début du Quaternaire, lorsque se formait la carapace calcaire des plateaux, ont été depuis immergées et recouvertes par la mer à *Strombus bubonius*. Soulevées à nouveau, ces terres ont une seconde fois été soumises à un mouvement d'immersion tout récent, dont témoigne le niveau actuel de vieilles constructions, comme le Bordj el Ksar et les édifices de l'îlot Khemchi ou Rhermedi, à l'Est de la Terre principale.

Dans le fond de la mer des Syrtes, une chaussée historique (Pons Zitha de la table de Peutinger), aujourd'hui submergée, allait jadis de la

presqu'île de Zarzis à l'île de Djerba. Ses amorces nord et sud, ainsi que les masses volumineuses de son antique blocage, se voient encore maintenant sous les eaux. Le passage est même toujours possible à marée basse par cet itinéraire, connu des indigènes sous le nom de « Trik el Djemel », le chemin des chameaux ; il est emprunté par les caravanes. Plusieurs fortins anciens émergent d'ailleurs dans le détroit; toutefois de l'un d'eux, le bordj Trik el Djemel, sont immergées non seulement les substructures en gros blocs, mais également les superstructures faites de petits matériaux.

Plus à l'Est enfin, en face de Bordj el Biban, Edrici, un géographe arabe du XII^e^ siècle, place à un mille du rivage, l'île Zirou ou Zizou, longue de 40 milles et large d'un demi. Une partie de cette île était occupée par des habitations et des jardins produisant des raisins et des dattes; l'autre, était couverte d'une nappe d'eau de la hauteur d'un homme. Au XVI^e^ siècle, l'île est

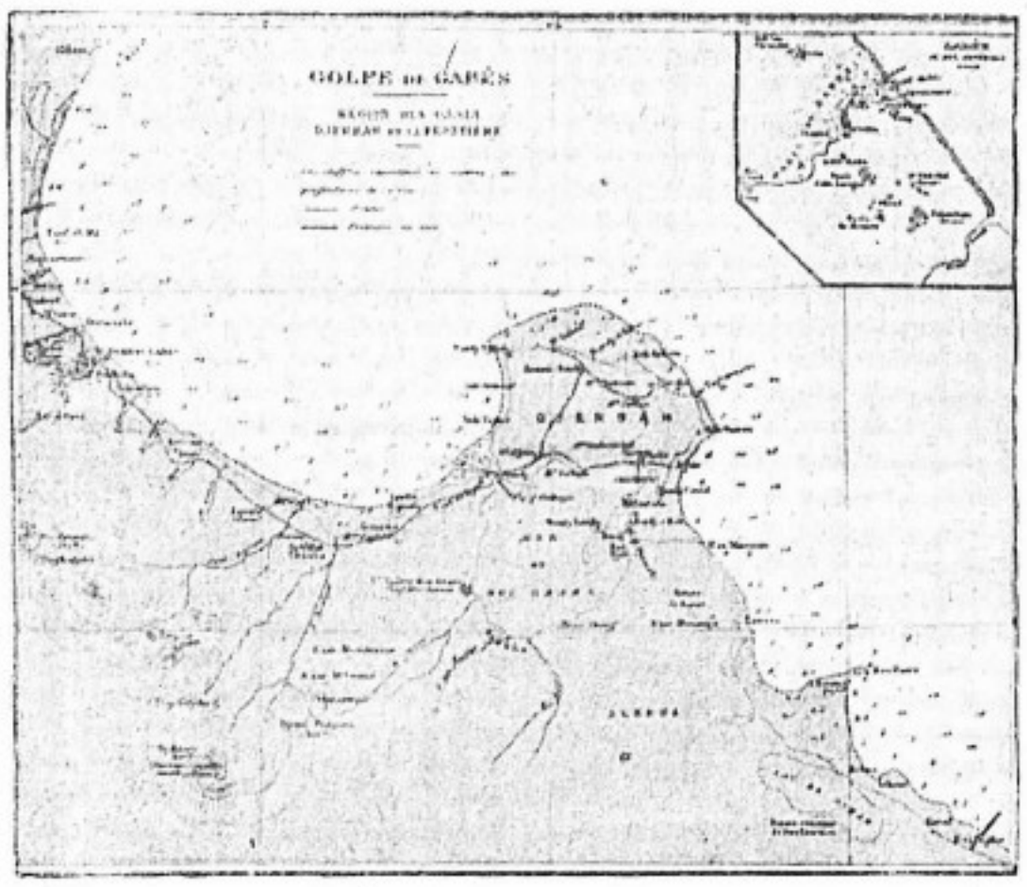


Fig. 245. — Carte des fonds du golfe de Gabès et de l'Ile de Djerba (LAPITTE et SERVONNET. *Le Golfe de Gabes*, c.4).

encore mentionnée sous le nom de Secca di Paolo, comme ayant servi de lieu de concentration aux forces navales du duc de Medina, Celi, lors de l'expédition qu'il dirigea en 1560 contre Djerba. De nos jours, apparaît seulement à cette place la ligne d'écueils de Zera et un banc à sec à basse mer.

Les dimensions actuelles de l'île de Djerba, suivant la remarque de Ch. Tissot, paraissent bien inférieures à celles données par les auteurs de l'antiquité, Sylax et Pline; il faudrait pour se conformer à ces vieilles indications, augmenter les mesures relevées actuellement, de longueurs correspondant à une partie de la surface des bas-fonds de la périphérie de l'île.

Tous ces faits géographiques indiquent un affaissement général du sol de la région, affaissement qui pourrait être envisagé comme la suite récente du cataclysme de l'Atlantide.

L'analogie de l'architecture des maisons de Sioua et des Rhorfas des Matmata.

L'oasis de Sioua, la plus occidentale du désert égyptien est aussi le point le plus oriental où soit parlé un dialecte berbère. Ce lieu fut célèbre au temps de l'antiquité classique, comme ayant été le siège de l'oracle de Jupiter Ammon.

Trois ksours y groupent aujourd'hui une population de 4.000 habitants. Ces villages, perchés sur des garas, ont leurs maisons qui s'étagent en quelque sorte les unes sur les autres : souvent la terrasse supérieure de l'une sert de rez-de-chaussée à une demeure voisine. Dans l'ensemble, chaque monument est plus large à la base qu'au sommet, présentant ainsi un aspect pyramidal, qui se retrouve dans le style égyptien classique. Mais il arrive aussi que la maison offre, au-dessus d'un rez-de-chaussée formé d'une grotte, servant d'écurie, une pièce à laquelle on ne peut accéder que par un escalier extérieur : cet escalier, qui peut desservir un encorbellement, est utilisé parfois pour plusieurs habitations immédiatement voisines les unes des autres.

Ce curieux type architectural se retrouve identique dans le djebel tripolitain et dans l'Extrême-Sud tunisien, notamment à Douiret, Medenine, Metamer et dans les Matmatas.

Ces faits de géographie humaine, qui se lient incontestablement à un très lointain passé, peuvent être sans doute interprétés comme un ultime témoignage des relations humaines, excessivement anciennes, qui lièrent la Libye égyptienne aux Syrtes.

La valeur historique des Mythes.

Une question fondamentale se pose dans la discussion de la valeur des arguments de tous ordres susceptibles de nous éclairer sur la situation géographique de l'Atlantide. Doit-on ou ne doit-on pas faire état du récit de Platon dans des recherches d'ordre scientifique? Convient-il de discuter l'exactitude des indications données par le Timée et le Critas, ou bien faut-il envisager les chapitres de l'histoire de l'Atlantide dans ces livres comme une fiction poético-philosophique. Il est bien évident que dans les textes du grand penseur grec, se référant à ce sujet, l'invraisemblable apparaît souvent. Faut-il en conclure d'une façon absolue que tout ici n'est qu'inventions du disciple de Socrate? Pour ma part, je ne le crois pas.

Un argument de premier ordre milite en faveur de l'existence de faits réels à la base de l'histoire atlantéenne et de son extrême ancien-

neté : la source donnée par Platon est précisément celle qui nous fournit les plus vieilles traditions historico-légendaires, transmises par l'humanité jusqu'à nous, les annales conservées dans les temples de la Basse-Egypte. Le souvenir des derniers grands événements géologiques dont l'homme ait été le témoin, a nécessairement frappé l'esprit de peuples arrivés à un stade assez avancé de civilisation, avec une force suffisante pour que le souvenir s'en perpétue à travers des temps fort longs. Les livres de Platon, dans leur partie traitant de l'Atlantide, sont précisément remarquables, comme on l'a vu, par la netteté des documents géologiques dont ils font état. Et ce point mériterait même à lui seul d'assurer une place dans le domaine des recherches scientifiques, au problème atlantéen.

L'ŒUVRE DE LA NATURE DANS LE MODE DE GÉNÉRATION DES ANIMAUX

OU LES CURIOSITÉS DE L'ÉVOLUTION DE LA POCHE ABDOMINALE CHEZ LES MAMMIFÈRES IMPLACENTAIRES

par **Alexis BACCIALON**

Considérations générales

Lorsqu'on étudie attentivement la particularité saillante (poche abdominale) qui distingue les Marsupiaux et les Monotrèmes — ou Mammifères Implacentaires — des Mammifères Placentaires, on saisit nettement les phases du processus très curieux employé par la nature pour passer d'un stade inférieur ou plutôt primitif d'organisation à un stade plus perfectionné ou mieux plus récent, c'est-à-dire du Stade Ovipare proprement dit spécial aux Vertébrés autres que les Mammifères au stade Vivipare parfait des Mammifères Monodelphes. On arrive, en outre, à établir une distribution de ces intéressants animaux — qui avaient tant frappé Etienne Geoffroy Saint-Hilaire — dans l'ordre méthodique même où les a placés la création.

Alors que, pour ces animaux, la nomenclature classique, se basant uniquement sur le genre de nourriture, et par conséquent sur la seule formule dentaire, range les Implacentaires en groupes représentant des assemblages plus ou moins disparates de coupes génériques, on peut arriver, en faisant appel aux données fournies par la particularité dont il a été parlé plus haut — la poche abdominale — à les classer de façon telle que leur échelonnement en séries doit indiquer d'une manière frappante leur moment d'apparition dans le théâtre de la nature.

Or, n'est-ce pas le moment d'apparition en question qui marque leur place véritable dans l'échelle mammalogique, d'où l'on peut déduire leur origine et, éventuellement, la descendance qu'ils ont pu donner ?

On obtient ainsi des séries, naturelles au possible, qui montrent bien, non seulement la marche progressive de l'évolution phylogénétique de ces animaux, mais encore les phases de la transformation graduelle du Vertébré Ovipare dans son degré le plus bas en Vivipare à son degré le plus perfectionné, c'est-à-dire la filiation même de la classe des Mammifères tout entière.

Une autre particularité non moins intéressante est le cloaque ; mais cette disposition organique, bien que présentant évidemment un grand intérêt, se rencontre aussi chez bon nombre de Monodelphes et quoi qu'on puisse, pour cette raison, considérer ceux de ces derniers qui en sont munis comme les représentants actuels d'ancêtres affiliés aux Implacentaires, on ne peut en faire état que lorsqu'on cherche à établir la phylogénie générale de la classe des Mammifères.

Ce qui est plus instructif pour l'objet de la présente étude, c'est de voir la disposition et surtout l'amplitude de la poche abdominale, cet organe accessoire que la nature a créé, non pas précisément pour pallier à l'insuffisance de la gestation intra-utérine — raisonner ainsi serait accorder à la nature des allures intempestives que son harmonie parfaite suffit seule à démentir — mais bien plutôt pour réaliser, à l'aide d'un dispositif ingénieux, un saut d'organisation des plus conséquents.

I. — Généralités sur la poche abdominale.

La poche abdominale, poche mammaire, bourse, ou encore marsupium, est un repli de la peau situé sous le ventre, qui ne se rencontre

que chez les Mammifères Implacentaires. Chez ces animaux, le marsupium protège les mamelles et est destiné à recevoir les jeunes, qui, venant au monde avant terme, y achèvent leur développement.

Le jeune Marsupial naît infiniment petit et chétif : deux centimètres à peine chez le Kangourou géant, animal dont la taille atteint 1 m. 70, de la grosseur d'un pois seulement chez certaines espèces de Sarigues, dont la taille, à l'état adulte, est de 60 centimètres environ.

La mère le greffe aussitôt sur une tétine, où il reste accroché plus ou moins longtemps. Le mode de parturition des Implacentaires est resté si longtemps ignoré, qu'on admettait autrefois que les jeunes Marsupiaux venaient au monde en sortant du corps de la mère par les mamelles, où ils restaient naturellement adhérents.

Tout à fait incapable de téter, ce n'est que grâce à une disposition particulière des glandes mammaires que le lait de la mère est injecté dans sa gorge, comme celà se remarque chez les Cétacés.

La chétiveté des jeunes à la naissance tient à ce que l'embryon de ces animaux n'est pas, comme celui des Monodelphes — appelés à cause de cela Placentaires — relié à l'organisme maternel par un placenta. Il demeure flottant dans l'utérus et en est expulsé prématurément. C'est pourquoi une seconde gestation — externe, celle-là — s'impose et s'accomplit dans la bourse.

On comprend, dès lors, la raison d'être de cette curieuse disposition organique, laquelle — puisque tout est bien et parfait dans l'ordre des choses de la nature, constitue moins un caractère d'infériorité que l'indication d'un stade primitif ayant représenté, à un moment précis de l'évolution paléontologique des Vertébrés supérieurs, un summum de perfection.

On sait que, durant une bonne partie des temps Secondaires, les Mammifères n'étaient représentés que par les Marsupiaux, dont les prédécesseurs étaient les Monotrèmes ou, du moins, des types dont les rares Monotrèmes de la faune actuelle peuvent nous donner une idée.

La poche s'ouvre en arrière chez quelques espèces d'Implacentaires, en avant chez le plus grand nombre.

Temporaire chez les Monotrèmes ou Ornithodelphes, elle est permanente chez les Didelphes ou Marsupiaux. Chez ces derniers, enfin, elle peut être très développée, rudimentaire ou seulement représentée par des replis cutanés.

Elle s'ouvre en arrière chez les types dont la position normale du corps entraîne l'avant-train toujours plus bas que l'arrière train. Ces types sont les fouisseurs, à existence souterraine ou non. On conçoit que pour un tel *modus vivendi* l'ouverture de la poche en avant ne conviendrait pas, car les jeunes risqueraient d'être projetés au dehors pendant la marche ou la course de la mère.

Au contraire, chez les types qui sont marcheurs (sans être fouisseurs) sauteurs, ou arboricoles, il est évident que l'ouverture de la poche doit se trouver en avant. Quel que soit le rapport existant entre les deux paires de membres, c'est-à-dire que ceux-ci soient égaux, légèrement ou fortement disproportionnés, tous ces types se tiennent très souvent assis sur le train arrière, ou bien se hissent fréquemment sur le bipède postérieur, ou enfin se posent sur le trépied formé par ce dernier et l'appareil caudal très développé en longueur et en force.

Le mode d'ouverture de la poche est donc essentiellement dépendant du *modus vivendi* particulier. Celà veut dire qu'ils n'est pas précisément subordonné à l'agencement même des membres, mais bien plutôt à l'usage que les animaux font de ces derniers. La preuve en est que chez les Péramélidés, où la disproportion des membres est à peu près la même que chez les Kangourous, la bourse est ouverte en arrière : c'est parce que, fouisseurs par excellence, les Péramélidés ne sautent pas comme les Kangourous, mais courent en se servant de leurs quatre membres, de telle sorte que leur avant-train est toujours plus bas que l'arrière-train.

Le mode d'ouverture du marsupium ne constitue pas, par suite, une donnée à retenir lorsqu'on étudie l'évolution du mode de génération de ces animaux. On doit faire cas, seulement de l'état, temporaire ou permanent, et de l'amplitude de la poche. Il convient, néanmoins, d'y recourir si l'on veut établir l'évolution morphologique des types, autrement dit leur distribution harmonique d'après le *modus vivendi* : cette donnée peut fournir alors des éléments précieux pour déterminer comment, des types initiaux de la classe des Mammifères — sans doute à membres courts, dirigés en dehors, à marche rampante, puisque dérivant des Amphibiens primitifs ou de formes reptiliennes très anciennes — sont issus les divers types de Mammifères à attitudes et manières de vivre variées, c'est-à-dire les terricoles proprement dits, les souterrains, les arboréens et les aériens ou volants.

Ceci dit, en examinant les divers états qu'affecte la bourse des Implacentaires, on peut dresser un tableau frappant du processus employé

(1) Certains auteurs ont, à la suite de F. Cuvier, attribué à l'Hélamys (Pedetes cafer), mammifère de l'ordre des Rongeurs, une poche abdominale : il y a là une erreur; aucun Monodelphe n'est pourvu de cet organe.

par la nature dans son œuvre de perfectionnement du mode de génération chez ces Mammifères.

Ces divers états se ramènent à quatre faciès généraux, qui constituent à coup sûr autant de phases successives de progrès dans le mode de génération. Nous appellerons ces faciès des degrés.

Dans le premier degré, la poche est seulement temporaire ; le mode de génération est encore ovipare, mais les jeunes tettent le lait de leur mère. Nous ne sommes donc plus au stade Ovipare proprement dit, mais nous ne sommes pas encore au stade Vivipare.

Le second degré, où commence le stade vivipare dans son état le plus rudimentaire, est caractérisé par une poche permanente bien développée.

Au troisième degré, le mode de génération étant en progrès marqué, la poche devient rudimentaire.

Enfin, aux confins du stade vivipare parfait ou Monodelphe, le progrès s'accentuant de plus en plus, la poche n'existe plus ou se trouve seulement représentée par de simples replis cutanés cachant les mamelles. Ici, les jeunes, n'ayant plus de logement commode, ne restent que fort peu de temps accrochés aux mamelles : c'est qu'ils naissent beaucoup plus parfaits que dans les degrés précédents.

II. — Evolution de la poche abdominale et du mode de génération.

Premier degré. — *La poche n'existe pas à l'état permanent, mais elle apparaît périodiquement et s'ouvre en arrière.* — Cela se remarque uniquement chez les Monotrèmes ou Ornithodelphes, groupe le plus primitif des Mammifères, représenté de nos jours par les deux seuls genres Echidné et Ornithorhynque, curieux animaux à la fois ovipares et mammifères dont on ne connaît parfaitement le mode de reproduction que depuis 1884.

Les premiers pondent un seul œuf tous les ans, les seconds deux.

Chez l'Echidné, par exemple, voici, d'après M. Ménégaux (*La Vie des Animaux illustrée*) comment les choses se passent.

Un peu avant la ponte, une poche se forme sous le ventre, par invagination de la peau ; elle est ouverte en arrière. La femelle y place son œuf au moyen de sa bouche : l'incubation commence. Le petit sort de la coquille, faible et nu. Il complète son développement en tétant le lait de deux glandes s'ouvrant en avant de la poche ; il grossit et, parvenu à une certaine taille, sa peau commençant à se garnir de piquants qui incommodent la mère, celle-ci se débarrasse de temps à autre de son nourrisson épineux, le place dans un trou creusé en terre. A partir du moment, enfin, où le jeune est apte à se suffire à lui-même, la mère ne le reprend plus dans sa poche et celle-ci, qui a terminé son rôle, se résorbe jusqu'à la ponte suivante.

On avouera qu'il y a là un mécanisme vraiment merveilleux : c'est le premier pas fait par la nature, du moins chez les Mammifères, pour franchir l'étape séparant l'oviparité de la viviparité.

Deuxième degré. — *La poche est permanente et bien développée ; elle s'ouvre en arrière ou en avant.* — Il s'agit là d'un degré où devient permanent un organe qui n'était tout d'abord que temporaire. Cette consolidation, si l'on peut dire, d'un organe primitivement fortuit s'explique aisément : il ne s'agit plus de conduire à l'éclosion un œuf pourvu de substances nutritives qui donneront au jeune assez de force pour gambader autour de la mère. Il s'agit de préparer à des fœtus véritables, mais encore imparfaitement disposés dans l'utérus, un réduit confortable où, greffés sur les tétines, ils parachèveront leur individualité à peine ébauchée à la naissance.

Il y a lieu de bien remarquer que le passage de la poche temporaire des Monotrèmes à la poche permanente bien développée des Didelphes n'a pas dû nécessiter des degrés intermédiaires. On conçoit aisément que le jeune Ornithodelphe, sortant d'un œuf véritable dont les éléments nutritifs ont assuré la bonne constitution n'aie pas besoin de séjourner longtemps dans une poche, dont le rôle surtout est de servir de couveuse naturelle à l'œuf lui-même ; mais on comprend fort bien également que dès que la nature a transformé le mode de génération et remplacé l'œuf par une génération vivipare rudimentaire produisant des embryons débiles, tout de suite elle a dû donner à la poche, en même temps que sa permanence nécessaire, toute l'amplitude voulue pour le logement des jeunes.

C'est pourquoi la poche des Monotrèmes n'apparaît qu'en temps opportun et se résorbe ensuite et que celle des Marsupiaux primitifs est grandement développée : la transition de l'un à l'autre de ces degrés n'a donc pas dû exiger des phases transitoires.

La poche continue à s'ouvrir en arrière chez un très petit nombre de Marsupiaux : le Péramèle, le Péragale et le Chœrope, animaux qui, malgré la disproportion entre les membres antérieurs et les membres postérieurs, ne sautent pas, mais courent en se servant de leurs quatre membres et sont, en outre, fouisseurs. Dans ces deux modes de station, le corps, avons-nous déjà dit, est le plus souvent incliné en avant.

C'est pourquoi la poche demeure ouverte en arrière.

Chez le plus grand nombre des Marsupiaux, ceux qui sont sauteurs, arboricoles ou marcheurs, sans être fouisseurs, tous animaux qui se tiennent fréquemment sur le bipède postérieur, nous assistons à un chavirement, si l'on peut dire, de la poche abdominale : elle s'ouvre maintenant en avant, disposition qui convient seule au mode particulier de station de ces animaux.

Nous pouvons citer comme étant dans ce dernier cas : les Phalangéridés, tous arboricoles, certains Dasyuridés (Thylacine, Sarcophile, Dasyure), qui sont terricoles-marcheurs, les Macropodidés ou Kangourous, tous sauteurs, sauf les Dendrolagues, qui sont arboricoles, enfin quelques espèces de Sarigues (Sarigue marsupiale, Opossum et Chironecte).

Le changement survenu dans le mode de station, changement qui résulte du *modus vivendi*, a entraîné chez tous ces animaux cette migration de l'ouverture du marsupium.

Chez la plupart de ces animaux, les jeunes demeurent longtemps dans la poche : celà prouve qu'ils naissent dans un état de chétiveté extrême, et nous pouvons dire que *plus la bourse est développée, plus les jeunes sont imparfaits à la naissance*. Chez la Sarigue marsupiale, par exemple, dont la bourse est complète, les jeunes ne pèsent, en naissant, que 25 centigrammes et n'ont que la grosseur d'un pois ; chez le Kangourou, à poche très développée, le jeune atteint à peine deux centimètres.

C'est ici le point culminant du processus d'évolution ayant conduit du mode ovipare au mode vivipare parfait des Mammifères Monodelphes.

La nature va maintenant perfectionner la gestation intra-utérine et nous faire assister, conséquemment, à une diminution graduelle de l'amplitude de la poche abdominale et, finalement, à sa disparition.

Troisième degré. — *La poche est permanente, mais elle est rudimentaire, ouverte en arrière ou en avant.* — Comme nous venons de le dire, la gestation intra-utérine est ici en progrès, ce qui se traduit par une dégénérescence du marsupium. Comme il s'agit d'un degré purement transitoire issu nécessairement d'étapes nombreuses dont bon nombre ont appartenu à des temps géologiques antérieurs, nous ne le rencontrons plus, dans la nature actuelle, que chez un très petit nombre de Marsupiaux.

Les seuls Didelphes, en effet, qui présentent cette poche rudimentaire sont :

1° avec ouverture en avant : le Cœnolestes, espèce arboricole propre à l'Amérique, *centre d'habitat où se trouvent précisément les Marsupiaux les plus rapprochés des Monodelphese ;*

2° avec ouverture en arrière : le Notoryctes ou Taupe marsupiale, fouisseur et souterrain, morphologiquement semblable à la Taupe ordinaire.

Il convient de remarquer, enfin, que le passage de la poche permanente bien développée à la poche rudimentaire, comme aussi de cette dernière au dispositif réduit à de simples replis cutanés que nous allons bientôt voir, et de là au stade Monodelphe a dû nécessiter des degrés transitoires plus ou moins nombreux. Cela s'explique aisément par le double processus auquel nous avons déjà fait allusion, c'est-à-dire que le mode de génération allant se perfectionnant de plus en plus pour réaliser à un moment donné le stade Monodelphe, où la poche est inutile, les jeunes arrivent au monde moins débiles et la poche va diminuant d'amplitude, puisque moins indispensable, pour disparaître tout à fait au moment où le mode de génération des Mammifères supérieurs se trouve pleinement réalisé.

Quatrième degré. — *La poche n'existe plus et est seulement représentée par des replis cutanés cachant les mamelles.* — La marche vers le stade Monodelphe, c'est-à-dire vers le type Vivipare parfait, s'accentue. De rudimentaire qu'elle était au degré précédent, la poche n'est maintenant plus représentée que par un ou deux replis cutanés cachant seulement les mamelles. On trouve cette disposition chez les espèces ci-après : Phascologale, Dasyuroïde, Philander, Myrmécobie, Sarigue nudicaude, Sarigue marmose, chez lesquelles les petits restent simplement accrochés aux tétines.

Mais ici, comme les jeunes n'ont plus le refuge que constituait la poche, ils vont, en quittant les mamelles, s'installer sur le dos de leur mère en enroulant leur queue autour de la sienne.

C'est la dernière étape du marsupium ; nous arrivons ici aux limites extrêmes du stade Didelphe. Par un léger saut d'organisation, la nature va enfin pousser la gestation intra-utérine à un tel point de perfection que les jeunes arriveront au monde complètement formés. *La bourse est devenue inutile.*

III. — Résumé et conclusions.

Si l'on se pénètre bien de ce qui vient d'être dit dans cette esquisse rapide des particularités distinctives du groupe des Implacentaires, on ne peut manquer d'en tirer des conclusions très intéressantes.

Les quatre degrés décrits ci-dessus ne représentent tout d'abord pas, celà se conçoit, tous

les chaînons de la filière naturelle ayant conduit de l'Oviparité à la Viviparité parfaite. Les chaînons manquants appartiennent à des formes disparues et nous n'avons considéré le groupe que tel qu'il est dans la faune actuelle.

On sait que le type primitif de la classe des Mammifères est totalement inconnu : on représente les formes initiales de la classe par un groupe hypothétique auquel Marsh a donné le nom significatif de Hypothéria.

Nous renfermant dans le cadre des seuls documents palpables, cherchons à résumer le sillage de ce curieux processus d'évolution.

Du degré I (poche temporaire des Ovipares-Mammifères), le processus conduit, sans phases intermédiaires, du stade Ovipare proprement dit qui caractérise les classes inférieures de Vertébrés au degré II (poche permanente bien développé des Didelphes). Il marque un progrès dans le développement du marsupium ; mais, ne l'oublions pas, il indique, à ce degré II, *une infériorité notoire du mode de génération vivipare* : nous avons déjà dit plus haut que plus la bourse est développée, plus les jeunes naissent imparfaits.

Après le degré II et en allant vers le degré III, la bourse diminue d'amplitude : c'est que la gestation intra-utérine est plus parfaite et, au degré IV, la poche ayant disparu, cette gestation est très voisine de celle des Placentaires, qui n'ont plus besoin d'une seconde gestation.

Ainsi, et pour nous résumer, nous pouvons dire que la nature, admirable dans tous ses détails, passe d'un type tout à fait inférieur, ou plutôt primitif, à un type parfait, c'est-à-dire récent, en créant des accessoires dont la signification, véritable paradoxe, est que leur perfection même indique un état primitif des animaux, alors que leur dégénérescence est l'indice flagrant d'un acheminement vers un état parfait ou plus exactement récent.

Celà peut se traduire encore ainsi : un Marsupial dépourvu de poche mammaire est, organiquement, plus parfait qu'un Marsupial dont la poche est bien développée, parce que ses jeunes arrivent au monde dans un état plus complet, c'est-à-dire très voisin de celui des jeunes Monodelphes.

On entrevoit ainsi qu'une distribution phylogénétique des nombreux types de Mammifères Implacentaires doit être basée sur la seule considération des données fournies par l'évolution de leur mode de génération.

Si l'on voulait, en outre, en établissant cette distribution méthodique, y raccorder les groupes de Monodelphes qui dérivent des Implacentaires, il faudrait porter une attention toute spéciale sur les divers Monodelphes qui présentent en commun avec les Implacentaires cette autre particularité qu'on appelle le cloaque et qui est un caractère réellement archaïque.

SURMENAGE ET PATHOLOGIE NERVEUSE

par R. BENON

Médecin du Quartier des Maladies nerveuses de l'Hospice général de Nantes

Le surmenage, en pathologie, et spécialement en pathologie nerveuse et mentale, est un facteur étiologique obscur, difficile à apprécier. Son étude ne semble plus être à la mode. Pendant la guerre, l'ordre était de ne pas parler de surmenage : la fierté de chacun s'y opposait. Pourtant, le nombre des militaires devenus des asthéniques chroniques sous l'influence du surmenage et des fatigues de la guerre paraît chaque année plus grand au spécialiste. Dans notre période d'après-guerre, on n'a pas encore sérieusement reporté son attention sur l'étude du surmenage : la loi touchant les assurances-maladies va y incliner nécessairement le chercheur. Il faut dire qu'un excès d'individualisme pousse âprement l'homme au surmenage, et une trop grande quantité d'hommes qui ne sont que des impulsifs ou des agités, alors que le travail collectif, discipliné, taylorisé, avec un nombre d'heures limité, diminue l'influence nocive du surmenage, de la fatigue quotidienne. Sans doute, le travail en commun favorise l'épanouissement de tendances perverses, comme la disposition au moindre rendement, la négligence de la tâche, etc. ; mais, en fait et toujours, il est plus ménager des forces humaines. Chose curieuse, et cela relève de la physiobiologie, l'homme travailleur se donne au labeur naturellement. « Le travail ne lâche pas ceux qu'il a choisis », a très justement fait remarquer le romancier Charles-Louis Philippe dans *Charles Blanchard*. Il y aurait chez certains êtres comme une tyrannie du travail ; rien ne saurait les empêcher de travailler. Leur vertu serait une

sorte de courage, mais c'est une *vertu* malgré eux, sans lutte comme sans orgueil. A l'opposé, on aperçoit la paresse, variété de *vice*, dont d'autres êtres sont affligés, mais encore malgré eux. Ainsi, pour l'observateur ou le sage, les vertus et vices sont le plus souvent comme des *états naturels* de l'humanité, laquelle est tantôt grande et sublime, tantôt petite et méprisable.

Quelle que soit la signification ou l'origine du surmenage, il constitue un fait, une réalité saisissable, et nous pensons bien qu'un jour, toutes les grandes industries, les grandes administrations auront leurs laboratoires de physiologie et de physiopathologie, comme elles ont déjà des laboratoires de chimie et de physique : l'intérêt qu'on porte aux hommes est toujours venu après l'intérêt qu'on porte aux choses.

*
* *

Le surmenage, qui s'observe à l'école comme à l'atelier, aux champs comme à l'usine, en temps de paix comme en temps de guerre, chez l'adolescent comme chez l'adulte, doit faire l'objet, — en tant que facteur étiologique spécial des maladies mentales et nerveuses, — de toute l'attention du neuro-psychiatre.

Le *surmenage* peut être défini l'état dans lequel se trouve un individu qui subit des fatigues répétées. Il est différent de la fatigue.

La *fatigue*, pour les physiologistes, est la diminution ou la perte de l'irritabilité par l'excitation, ce qui se traduit par ce phénomène que l'effet d'une excitation prolongée devient de plus en plus faible, bien que l'intensité de l'excitation reste constante. Pour obtenir le même effet qu'au début, il faut augmenter l'intensité du stimulant. La fatigue est donc équivalente à une paralysie, mais c'est une paralysie particulière, car elle est provoquée par un excès d'excitation. Ainsi, les excitants, qui, pour une intensité faible ou une courte durée, produisent une excitation, c'est-à-dire un renforcement de l'intensité des phénomènes vitaux, peuvent, pour une intensité plus grande ou une durée plus considérable, faire naître des effets précisément inverses, c'est-à-dire des paralysies. » Et encore : « Lorsqu'un organisme, ou un tissu animal, est soumis à des excitations de forte intensité ou fréquemment répétées, il tombe au bout de quelque temps en état de fatigue. Elle se reconnaît à cette circonstance que l'effet de l'excitation devient de plus en plus faible, bien que l'intensité de l'excitant reste constante. Pour obtenir le même résultat qu'au début, il faut augmenter l'intensité du stimulant. » (1).

La fatigue musculaire serait déterminée par l'accumulation, dans le tissu des muscles, des déchets de la contraction, et, spécialement, de l'acide lactique. La fatigue des cellules nerveuses, qui résulterait, elle aussi, de l'accumulation des produits de désintégration, diffère de leur épuisement : celui-ci serait dû au défaut d'apport de matières nutritives nouvelles et surtout d'oxygène.

La fatigue présente des degrés innombrables. Les muscles du squelette sont ceux qui se fatiguent avec la plus grande facilité.

La fatigue peut se développer sous l'influence d'excitations en apparence inactives, ar addition latente ou *sommation* des excitations. Ces excitations agissent de la même manière que les autres excitants : elles augmentent l'excitabilité du muscle. Comme toutes les autres excitations, elles produisent à la longue de la fatigue. Ce fait est peut-être important en pathologie nerveuse et mentale.

La fatigue, lorsqu'elle est très accusée, a tendance à la généralisation, c'est-à-dire qu'elle ne reste pas un processus local : elle gagne toute l'économie, et particulièrement le cerveau; elle est à la fois musculaire et cérébral.

La réparation des forces, après la fatigue, c'est-à-dire le retour à l'état normal, a lieu tantôt rapidement; quelques individus présentent une fatigabilité exquise et ne retrouvent que petit à petit et très doucement leur niveau vital antérieur.

Existe-t-il *une seule espèce* ou plusieurs espèces de fatigue ? Existe-t-il une fatigue musculaire et une fatigue intellectuelle ? Ces deux fatigues ne sont pas indépendantes ni différentes. Nous pensons que la fatigue est une. Nous pensons aussi que, quand elle aboutit au surmenage, chez l'homme, elle résulte avant tout des mouvements volontaires, répétés et prolongés. Il n'y a fatigue que lorsque le sujet commence à lutter et à faire effort, qu'il s'agisse d'un manuel ou d'un intellectuel. La fatigue, dans le travail cérébral, paraît déterminée essentiellement par l'exercice de la fonction attention, laquelle nécessite des contractions musculaires systématisées, durables, subintrantes, générales et spéciales (organes sensoriels). De sorte que le surmenage intellectuel et le surmenage musculaire seraient des accidents extrêmement voisins, sinon identiques, parce que reliés physiologiquement l'un à l'autre. Le surmenage émotionnel, s'il existe, doit être mis tout à fait à part.

L'homme dispose de *procédés de défense* contre la fatigue. D'abord il est averti de la fatigue

(1) Voir Ioteyko (J.). *Dictionnaire de physiologie de Richet* édit. Alcan, art. Fatigue, 1903, p. 29-31, et pour la suite, voir les pages 32, 34, 38, 39, 59, 78, 160, 164, 166, 170, 185, 187, 193, 194. — Gley (E.). *Traité élémentaire de physiologie*. Edit. Baillière, 4e édition, 1918, p. 980, 1157, etc.

par une sensation spéciale ou par un sentiment spécial dit sensation ou sentiment de fatigue. Cette sensation est localisée dans la périphérie; il est probable qu'elle est en relation avec un arrêt fonctionnel des terminaisons nerveuses intra-musculaires. Il en résulte que la fatigue présente une utilité biologigue en soustrayant l'individu aux conséquences d'excitations trop fortes, qui deviendraient nuisibles et fatales. Ensuite l'homme se protège, ou il est protégé contre la fatigue par l'entraînement; celui-ci augmente la force, la vitesse ou la précision de l'exercice, que cet exercice soit imposé par la volonté propre, ou par une volonté étrangère agissant sur la volonté propre. Finalement il y a accoutumance ou adaptation de l'organisme à l'excitant. L'état de résistance du corps, auquel aboutit l'entraînement, doit être appelé la condition. La forme, c'est, chez un individu en bonne condition, le mode d'exécution de l'exercice au moment même de l'action. Un homme moyen, si bien préparé quil soit, reste sujet à des alternatives de plus ou moins bonne exécution.

Quel est le siège de la fatigue ? Tous les physiologistes sont d'accord pour admettre que la résistance des nerfs à la fatigue est incomparablement plus grande que celle des muscles. Mais la fatigue est-elle un phénomène périphérique ou un phénomène central ? L'étude de la fatigue musculaire établit que cette fatigue dépend de l'élément nerveux terminal. Est-ce lui qui est le siège et la source de la fatigue ? Nous ne le pensons pas, et, avec d'autres physiologistes, nous sommes portés à admettre que la fatigue est un phénomène central, pas même spinal, mais cérébral, ou peut-être plutôt cérébelleux. La fatigue tend à la généralisation, c'est-à-dire qu'elle tend à gêner à la fois, et le fonctionnement de la motilité, et le fonctionnement de l'intelligence. Ainsi exprimée, comment pourrait-elle être un phénomène simplement périphérique ?

La fatigue, du point de vue étiologique et pathologique, conduit au surmenage, qui, lui, est cause déterminante d'épuisement nerveux général, c'est-à-dire d'asthénie musculaire et d'asthénie mentale. Cet épuisement se produit-il par défaut d'apport d'oxygène dans les centres nerveux ou par accumulation de produits de désintégration ? A l'heure actuelle, on ne saurait conclure.

Le surmenage qui fait suite aux fatigues répétées, ou à une fatigue prolongée, et qui aboutit à l'épuisement nerveux général, est cause occasionnelle ou déterminante de maladies nerveuses et mentales extrêmement variées. Il est probable que, dans ces cas, l'asthénie qui se développe, éveille directement ou indirectement des tendances morbides propres.

Le fait que la fatigue est susceptible de provoquer de la *fièvre*, des phénomènes infectieux et toxiques, où de favoriser l'apparition d'infections spécialisées, ne semble pas, du point de vue neurologique et psychiatrique, avoir une importance particulière.

Si l'épuisement nerveux, secondaire aux fatigues et à l'état de surmenage, résulte d'une infection ou d'une intoxication, celles-ci restent à préciser. Cela, du reste, n'expliquerait peut-être pas suffisamment la persistance ni la chronicité des phénomènes de dépression ou asthénie. Tous ces phénomènes appellent encore d'actives recherches.

***

Nous avons cru bon, comme spécialiste des maladies nerveuses et mentales, d'attirer à nouveau l'attention sur le facteur surmenage, C'est lui seul, à notre avis, le surmenage intellectuel et le surmenage musculaire (le surmenage émotionnel est autre chose), — qui détermine la neurasthénie vraie, la neurasthénie de Beard. L'asthénie nerveuse générale est un syndrome commun, très commun, quoique les traités de médecine n'en parlent guère; elle est tantôt de cause organique, tantôt de cause inconnue, elle est maintes fois un état périodique. Quand elle succède au surmenage, qu'elle soit curable ou incurable, elle est la vraie neurasthénie, c'est-à-dire la neurasthénie du grand neurologiste américain Beard: son importance, pratiquement et socialement, n'est pas douteux; les obligations médicales que vont créer chez nous les législations modernes ne tarderont pas à le démontrer clairement et indiscutablement. Certes, le problème de la simulation s'en trouvera compliqué; l'asthénie est aisée à feindre; mais le praticien saura vite trouver les signes utiles pour établir son diagnostic différentiel. Un progrès aura été réalisé, car les névropathes dysasthéniques sont, parmi les malades, ceux qui sont le plus souvent méconnus et lésés dans leurs droits. (1)

(1) Voir R. Benon. *La neurasthénie vraie. Diagnostic et traitement.* Paris, 1926, Edit. N. Maloine, 107 pages.

LA MOTORISATION DE L'ARMÉE

par le Général CAMON

Par motorisation de l'armée, on entend le remplacement du cheval dans l'armée par le moteur à explosion.

Ce remplacement s'impose aujourd'hui pour des raisons multiples et sur le champ stratégique et sur le champ tactique.

Champ stratégique. — Pour l'occupation rapide, dès la mobilisation, de certains points éloignés. Tel fut le cas, en 1914, pour les Allemands, de l'occupation des beaux ponts de Visé, sur la Meuse, près de la frontière hollandaise, en vue du passage rapide de la Meuse par la 1re armée et l'encerclement de Liége. La cavalerie allemande y arriva trop tard ; les Belges avaient eu le temps de faire sauter les ponts.

Pour la manœuvre stratégique, le cheval n'a plus aujourd'hui une vitesse suffisante. Les manœuvres de Ludendorff en 1914 et 1915 sur les derrières de l'aile droite russe à Lodz, à Bialystok, à Vilna, ne purent réussir complètement faute de moyens de transports rapides. Les Russes, avertis par leurs avions, eurent chaque fois le temps d'amener par voies ferrées et voies de terre, des troupes suffisantes pour faire échec à la manœuvre. La vitesse est aujourd'hui l'élément primordial du succès.

Lors des trois offensives de Ludendorff en 1918 sur le front français, si notre commandement avait eu immédiatement sous la main des troupes motorisées : infanterie et artillerie, il aurait pu boucher de suite les brèches, ce que les cavaliers, malgré leur ardeur, ne purent faire.

Champ tactique. — Etant données la portée actuelle des armes, la rapidité du tir, sa justesse, le cheval est aujourd'hui une cible trop large et trop lente. Il est difficile à protéger contre les gaz, et ne s'accommode pas du masque.

D'une façon générale, le cheval est un engin fragile, que mettent rapidement hors de service la fatigue, les blessures du harnachement, les coups de pied, les intempéries, le changement de régime, sans compter les épidémies : gale, morve... En 1914, les corps de cavalerie Sordet et Conneau perdirent sans combat, en 15 jours, la moitié de leur effectif.

***

Comment réaliser la motorisation ?

Motorisation de l'artillerie. — Il ne peut être question de faire construire des engins spéciaux qu'on mettrait sous des hangars en attendant une mobilisation. Etant donnée l'évolution rapide des moteurs, au bout de 2 ou 3 ans, ces engins ne seraient que des vieilleries rouillées ; nos finances ne suffiraient pas à un continuel renouvellement.

La motorisation de l'artillerie doit s'effectuer à la mobilisation par la réquisition des tracteurs agricoles dont le nombre est déjà d'une quinzaine de mille sur notre territoire. L'armée ne doit avoir en temps de paix que les tracteurs nécessaires à l'instruction.

Il faut que le tracteur puisse aller sur route et à des vitesses atteignant pour certaines catégories d'artillerie (réserve générale, artillerie des divisions légères automobiles) 25 à 30 km. à l'heure.

Il se trouve que les constructeurs de tracteurs agricoles se sont déterminés a faire jouer aussi à ces tracteurs le rôle de tracteurs routiers pour le service général de la ferme. La première solution, un peu simpliste, qui s'est présentée à leur esprit a été, lorsqu'on veut transformer le tracteur agricole en tracteur routier, d'échanger le train de roues à cornières par un train de roues caoutchoutées. Cette solution ne saurait convenir à l'artillerie qui, sur route, devrait convoyer les roues agricoles et, en terrain varié, les roues caoutchoutées. Mais d'autres solutions ont déjà été présentées pour transformer la roue agricole instantanément en roue routière et inversement.

Reste à obtenir la vitesse voulue. Comme cet emploi militaire du tracteur n'avait pas été jusqu'ici prévu, la vitesse routière des tracteurs ne dépasse guère 10 km. à l'heure. Il y aura de ce fait des modifications à leur apporter.

Il est à remarquer d'ailleurs que pour les vitesses supérieures à 10 km., les pièces d'artillerie actuelles ne sauraient être tractées faute de suspension ; elles devront être portées sur des prolonges caoutchoutées.

Les tracteurs les plus répandus sont les tracteurs légers qui passent par tous terrains et coûtent le moins cher — ils dépensent aussi moins d'essence. — Pour les mêmes raisons, ils conviennent le mieux à l'artillerie. Il faut se garder de les surcharger de caisses de munitions sous prétexte d'augmenter leur adhérence pour certains passages. Ce surcroît d'adhérence peut être obtenu en avançant sur le tracteur la barre d'attelage. Et enfin on peut se tirer d'un passage très difficile au moyen d'équipements légers à moufflage.

Les constructeurs doivent comprendre que la motorisation de l'artillerie et des autres services de la guerre, au moyen des tracteurs agricoles, amènera un développement considérable de la motoculture en France. Les fils de cultivateurs, revenant à la ferme familiarisés avec les tracteurs, et pouvant par suite se passer d'un mécanicien coûteux et embarrassant, seront très favorables à l'emploi des tracteurs.

Enfin, l'Etat, qui à tout intérêt à voir se développer la motoculture, pourrait acheter des tracteurs et les louer aux cultivateurs comme il louait autrefois des chevaux.

Remplacement de la cavalerie. — A la guerre, deux missions, notamment, exigent une grande vitesse : l'exploration, la sûreté. La cavalerie y est impropre aujourd'hui. Prenons d'abord *l'exploration* : c'était la besogne des divisions de cavalerie. Chez nous, en 1914, la division de cavalerie comportait trois brigades de deux régiments de 500 hommes, soit au total 3.000 cavaliers.

On distinguait une brigade légère : chasseurs et hussards ; une brigade de ligne : dragons ; une brigade lourde : cuirassiers.

La division avait un groupe cycliste de 500 hommes, trois batteries d'artillerie à cheval à 4 pièces, d'un effectif total de 1.500 hommes, un détachement de sapeurs du génie.

J'ai proposé de remplacer la division de cavalerie par une *division légère automobile* : comportant, comme brigade légère, 400 motocyclistes ; comme brigade de ligne, deux régiments de 1.000 camionnés avec de l'artillerie légère ; comme brigade lourde, un régiment de 1.000 camionnés avec de l'artillerie déjà puissante, des auto-mitrailleuses blindées, un équipage de pont léger.

Constituée d'éléments pouvant donner une vitesse de 25 à 30 km., la division légère automobile passerait partout, tout au moins atteindrait sans retard le point voulu par quelques détours.

Il est bien évident qu'elle ne saurait comporter aucun élément à cheval — qui serait pour elle un boulet au pied.

Il est nécessaire, d'autre part, de conserver les trois échelons de légèreté et de force différente qui ont été, de tous temps, reconnus nécessaires : éléments très légers, pour un coup de main rapide, pouvant se glisser partout et échapper facilement à une poursuite ; éléments de ligne, donnant un premier renfort ; éléments lourds, capables de vaincre une certaine résistance en attendant l'arrivée de forces sérieuses d'infanterie.

La motocyclette est le véhicule par excellence de l'échelon léger. La présentation de motocyclettes faite le 16 novembre dernier à Satory devant les autorités militaires, a montré que la moto passe pratiquement partout. Comme on peut lui demander des vitesses de 50 à 80 km. à l'heure, on voit de quelles possibilités elle est capable. Il suffira que les services de l'armée précisent aux constructeurs les modifications à apporter aux motocyclettes actuelles pour répondre au mieux à des missions militaires, et encouragent, par des primes, la diffusion des modèles susceptibles d'être réquisitionnés à la mobilisation.

Il ne peut être question pour l'échelon léger de chars d'assaut ni d'auto-mitrailleuses blindées ; tout au plus pourra-t-on y mettre des mitrailleuses blindées ultra-légères. Comme aussi des sidecars radios et des sidecars portant des munitions.

Sûreté. — La sûreté sera bien mieux assurée par des motocyclistes que par des cavaliers, puisqu'ils peuvent rapidement explorer une très large zone, se tenir à une distance beaucoup plus grande de la troupe à protéger et revenir sur elle rapidement en cas de danger. Par radio-sidecars, ils peuvent envoyer des signaux d'alarme instantanés.

Carburant. — Mais nous n'avons pas en France de carburant national, telle est l'objection qu'on opposait naguère à la motorisation. On entendait par là un carburant sortant de notre sol ou pouvant être produit avec des éléments tirés de notre sol ; de telle sorte que nous ne risquions pas d'en manquer en cas de guerre.

Jusqu'à présent, on ne tire soit à Péchelbronn (Alsace), soit à Gabian (Hérault) que de faibles quantités de pétrole ; mais on fait des recherches en d'autres points du territoire, et on ne désespère pas d'en trouver. Quoi qu'il en soit, on pourrait aujourd'hui fabriquer du pétrole par synthèse avec nos lignites et nos tourbes.

La grande firme allemande l'I. G. construit en ce moment à Mersebourg (Saxe) une usine monstre pour l'exploitation des procédés Fischer. Cette filiale de l'I. G., la Motalin, compte produire, avec des lignites, 300.000 tonnes de pétrole par an.

De plus, les procédés Fischer permettraient, paraît-il, de tirer du pétrole brut une proportion d'essence plus considérable que les procédés actuels. Ainsi s'expliquerait que la Standard Oil et la Sheel aient pris des participations importantes dans la Motalin.

Ce qu'on fait en Allemagne, on peut le faire en France. Il y aurait lieu à cet effet que l'Etat provoquât une entente entre les sociétés fabriquant des produits chimiques. Il conviendrait d'ailleurs de construire l'usine française dans le Centre et non à la frontière.

Quoi qu'il en soit, actuellement, d'après M. Pineau, le distingué directeur de l'Office National des Carburants, notre armée motorisée aurait, dans les stocks d'essence imposés aux importa-

teurs, du pétrole pour 5 à 6 mois. Rien ne dit qu'une nouvelle guerre durerait plus longtemps.

Nous aurions d'ailleurs la ressource de multiplier les gazogènes au bois.

D'autre part, une maison française vient d'acheter la licence pour la France d'un moteur allemand à huile lourde qui permettra d'utiliser les huiles végétales de nos colonies.

Nous avons vu les raisons militaires qui imposent la motorisation de l'armée et les moyens de la réaliser. Il y a lieu maintenant de dire quelques mots des avantages très importants et de divers ordres qu'elle procurerait :

Instruction des troupes. — La motorisation supprime l'instruction d'équitation, si difficile avec le service d'un an. Le motorisé arrivera au régiment avec son brevet ; réserviste, il n'aura rien perdu de son instruction.

Economies journalières de temps. — Toutes les heures perdues aux soins à donner aux chevaux, et aussi les corvées de fourrages...

Economies budgétaires. — Le moteur mécanique ne dépense que lorsqu'il travaille. Sans doute, le prix de l'essence est assez élevé ; mais pour l'armée il y a lieu d'en déduire l'impôt prélevé par l'Etat. En fait, les crédits prévus au budget de 1927 pour les 157.000 chevaux comptant à l'effectif, étaient dans les chapitres 20, 55, 59, 64, de 233 millions pour les troupes métropolitaines. En y ajoutant les crédits prévus pour les troupes hors de France, on arrivait au chiffre de 357 millions. On voit les économies formidables que procurerait la motorisation.

Il faut, il est vrai, prévoir les frais de premier établissement, pourrait-on dire, c'est-à-dire l'achat du matériel nécessaire à l'instruction et des engins spéciaux que ne donnerait pas la réquisition.

Mais dès aujourd'hui on peut débarrasser l'armée d'un nombre considérable de chevaux absolument inutiles et réaliser de ce fait des économies qui balanceraient les premières dépenses à prévoir pour la motorisation.

Ne nous mettons pas en retard sur nos voisins pour la motorisation de l'armée, et tout d'abord organisons le plus tôt possible des divisions légères automobiles, strictement automobiles.

Souvenons-nous qu'en 1914, nous avions laissé prendre à notre adversaire de l'avance pour les mitrailleuses et l'artillerie lourde. De quels désastres, hélas ! l'avons-nous payé.

NOTES ET ACTUALITÉS

Spectroscopie

La sensibilité des raies spectrales. — Dans des recherches très soignées d'analyse spectrale, M. Négresco a minutieusement étudié l'influence qu'exerce sur le spectre d'un élément une diminution de sa teneur dans les différentes sources d'émission (*Journal de Chimie physique*, 25 mai 1928). Ces études s'étendent sur la partie du spectre comprise entre les longueurs d'onde 2.000 à 6.500 U. A.

L'auteur a constaté que la diminution de la teneur d'un élément se manifeste par un affaiblissement progressif et continu de toutes ses raies jusqu'à leur disparition complète. Les dernières lignes à disparaître, les plus sensibles, sont aussi les plus intenses du spectre. A chaque instant, l'intensité d'émission d'une même raie est proportionnelle à la quantité de l'élément qui se trouve volatilisé dans la source.

L'allure de la variation est la même que pour toutes les raies, quel que soit l'état d'exitation et l'atome qui les émet ou l'énergie nécessaire pour produire cette excitation.

En s'exprimant dans le langage des théories actuelles, on peut dire que la diminution de la quantité de l'élément dans la source se traduit par une diminution correspondante de la probabilité d'émission de toutes ses raies. Ce processus est complètement différent de celui que provoque la diminution de la valeur maxima de l'énergie que la source est capable de fournir. Par contre, son effet est identique à celui que produit la diminution du temps de pose.

L'auteur a donc pu conclure que la sensibilité d'une raie spectrale donnée, dans une source d'émission donnée, dépend uniquement de son intensité dans le spectre du métal pur obtenu dans des conditions identiques

Ces résultats sont en désaccord avec la notion de raies ultimes, introduite antérieurement en spectroscopie par M. de Grammont. On sait que cet auteur donnait le nom de raies de grande sensibilité à celles que fournissent des quantités très faibles ou même des traces de l'élément, les raies ultimes étant celles qui disparaissent les dernières, donc celles qui présentent le maximum de sensibilité.

D'après M. de Grammont, les raies ultimes ont les caractères suivants : 1° elles ne sont pas nécessairement les plus brillantes du spectre de l'élément auquel elles appartiennent ; 2° elles résistent à l'intercalation d'une forte self-induction dans le circuit de décharge du condensateur : 3° elles sont présentes dans le spectre de l'arc ; 4° lorsque le spectre d'un corps fournit des raies spontanément renversables, les raies ultimes figurent parmi celles-ci ; 5° on les retrouve dans le spectre de flammes très chaudes (chalumeau oxyhydrique ou oxyacétylénique) ou dans l'enveloppe du cône bleu du bec Bunsen ; 6° elles trouvent leur place dans les séries de raies dont les longueurs d'onde peuvent être calculées à l'avance par les formules de Rydberg, de Kayser et Runge, de Ritz.

En réalité, comme M. Négresco l'a fort justement souligné, M. de Grammont ne recherchait les raies ultimes que dans les raies communes aux spectres fournis par l'étincelle condensée, l'étincelle avec ou sans self-induction, l'arc et les flammes chaudes. Or, il résulte des observations de M. Négresco que cette présence simultanée dans les divers spectres ne se produit pas pour toutes les raies

les plus sensibles qu'un élément possède dans une source de lumière donnée, mais qu'elle se rapporte seulement à certaines d'entre elles qui sont douées d'une grande sensibilité dans toutes les sources de lumière citées par M. de Grammont.

On conçoit ainsi que les conclusions de M. Négresco puissent s'écarter de celles formulées autrefois par M. de Grammont.

Restait à préciser quelles sont les raies les plus intenses et, par conséquent, les plus sensibles d'un élément, dans des conditions données. C'est un fait connu depuis longtemps que, dans chaque série de raies, le premier terme est le plus intense et que l'intensité va en diminuant à mesure que l'ordre du terme augmente.

M. Négresco a montré que la sensibilité varie dans le même sens. De plus, il a établi que, parmi les séries de raies émises par un atome, dans un même état, la plus grande sensibilité appartient à la série nette; viennent ensuite successivement : la série principale, la série diffuse et la série de Bergmann.

Dans les sources d'émission de faible puissance (flamme, vapeur métallique bombardée par un flux d'électrons, arc, etc.) les raies les plus sensibles sont émises par l'atome neutre (raies d'arc). Dans les sources plus puissantes (étincelle), les raies les plus sensibles sont émises par l'atome ionisé (raies d'étincelle). Entre les différentes raies d'étincelle, rangées d'après leur sensibilité, s'interposent cependant les raies d'arc déjà mentionnées. L'ordre de celles-ci paraît être dans l'étincelle le même que dans l'arc. Les mesures au microphotomètre révèlent des variations dans l'ordre de leurs intensités; ces variations restent cependant au-dessous de l'approximation avec laquelle on peut déterminer les sensibilités.

A. Bc.

Photochimie

Identification de l'uranium par photoluminescence. — L'uranium est difficilement identifiable par son spectre optique d'émission, dont les nombreuses raies, trop fugitives, ne se prêtent pas à l'observation, à moins que l'élément ne soit relativement abondant dans la zone d'excitation.

Mais, d'autre part, l'uranium se laisse reconnaître par la photoluminescence qu'il communique, sous irradiation convenable, aux substances dans lesquelles il se trouve incorporé. Ainsi, d'après les expériences de Nichols et Slattery, l'uranium, ajouté en petite quantité au fluorure de sodium, donne lieu à une luminescence jaune vif, encore perceptible lorsqu'il n'est présent que pour une proportion d'un dix-millième. C'est à cette réaction que Jacob Papish et L. E. Hoag (1) ont recours pour identifier l'uranium à l'état de traces.

Dans leurs essais, ces auteurs ont adopté, comme source de lumière, un arc à électrodes de charbon, entretenu par un courant continu de 15 à 20 ampères. Dans la boucle d'un fil fin de platine, ils fondaient une perle de fluorure de sodium, qu'après refroidissement ils exposaient d'abord, comme contrôle, à la lumière de l'arc. La perle étant ensuite réchauffée et humidifiée, était pressée contre la substance uranifère pulvérisée; puis, après avoir été fondue avec la matière adhérente et refroidie, elle était exposée à nouveau à la lumière de l'arc. La présence de traces d'uranium se trahissait par une luminescence vive jaune citron.

Pour la comparaison, on a répété ces essais avec les composés d'éléments autres que l'uranium. Tous ont donné des résultats négatifs, à l'exception de l'acide niobique. La luminescence du niobium, moins vive que celle de l'uranium, contient plus de vert. L'analogie qui peut, malgré tout, amener des confusions, disparaît quand, au fluorure de sodium, on substitue du fluorure de potassium. Dans ces conditions, si la sensibilité est réduite, du moins les deux éléments se différencient-ils nettement : l'uranium donne une luminescence jaune orange, sans que le niobium n' L en donne aucune.

Lorsqu'on emploie, au lieu de l'arc, une étincelle au fer condensée, la luminescence de l'uranium est jaune vif, alors que celle du niobium est bleu pâle.

S. V.

(1) *Proceedings of the National Academy of Sciences*, octobre 1927.

Chimie physique

Etudes de chimie capillaire. — En 1899, M. Donnan montrait que la tension superficielle qui s'exerce à la surface de séparation de l'eau et d'un liquide organique non miscible à l'eau (tel que le pétrole, l'huile de vaseline, etc.), est abaissée dans des proportions énormes par la présence de traces d'alcali dans la phase aqueuse, lorsque le liquide organique tient en solution un acide gras supérieur comme l'acide stéariuqe, l'acide oléique ou un acide analogue. Pour le constater, il suffit de faire écouler lentement, au sein de l'eau, une solution d'acide stéarique dans la benzine contenue dans une pipette courbe et de compter le nombre de gouttes correspondant à un volume invariable. On obtient ainsi, pour l'écoulement de 5 cm³ d'huile, 48 gouttes dans l'eau pure, 95 gouttes dans une solution à 5/8000 de molécule gramme de soude par litre et 117 dans une solution à 1/800 molécule gramme de soude par litre.

M. Dubrisay a effectué, sur ce phénomène, un bel ensemble de recherches dont il a exposé récemment les principaux résultats (*Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes*, en 1926, Sciences.)

Il a évalué la tension superficielle de l'huile au contact de l'eau, par le poids des gouttes d'huile qui se forment lentement à l'ouverture d'une pipette plongée dans la solution. Comme cette méthode devient longue dès que, la tension superficielle diminuant, les gouttes sont très petites, M. Dubrisay a été amené à la modifier. Il a remplacé la pipette par une burette jaugée en 1/20 ou 1/50 de cm³. Il enferme dans cette burette la solution benzénique d'acide gras et il compte le volume correspondant à l'écoulement d'un nombre déterminé de gouttes (10 ou 20).

Résumons les principaux résultats acquis :

1° *Influence de la carbonatation de l'alcali.* Les carbonates alcalins se comportent de la même façon que les alcalis libres, mais, ainsi qu'il était à prévoir, leur action est beaucoup moins intense.

2° *Influence de la nature des acides gras dissous.* M. Donnant avait admis, en 1899, que le phénomène découvert par lui était dû à la formation d'une pellicule de savon à la surface de séparation des deux liquides : de fait, l'abaissement de tension ne semblait se manifester que pour les acides gras dont les sels se comportent comme des savons.

Les recherches de M. Dubrisay confirment ce point de vue et permettent de le préciser.

3° *Influence des sels alcalins.* Si l'on dissout dans l'eau non plus seulement un alcali, mais aussi un sel alcalin, on constate que l'intensité du phénomène de Donnan est accrue dans des proportions considérables. Les sels de sodium et de potassium à même concentration agissent sensiblement avec la même intensité. On est ainsi conduit à rattacher cette action au phénomène bien connu du re-

largage : les quantités d'électrolytes ajoutées sont insuffisantes pour provoquer la précipitation du savon, mais elles peuvent du moins en diminuer la solubilité.

4° *Influence de la température.* Pour chaque solution d'acide gras au contact de l'eau, le volume de la goutte augmente quand la température s'abaisse ; suivant la règle générale, la tension superficielle décroît quand la température augmente. L'inverse se produit au contact des liqueurs alcalines ; c'est-à-dire que l'intensité du phénomène de Donnan diminue quand la température s'élève.

5° *Applications analytiques.* M. Dubrisay a proposé une méthode d'acidimétrie physico-chimique basée sur les phénomènes précédents.

A une quantité invariable de la solution à analyser, il ajoute des proportions variables et croissantes de soude titrée. Dans chacune des liqueurs ainsi obtenues, il fait écouler un volume invariable d'huile de vaseline additionnées d'acide stéarique ou oléique, et il compte le nombre de gouttes correspondant. L'alcalinité de la solution se manifeste par un accroissement considérable du nombre de gouttes. En représentant graphiquement les résultats suivant la méthode habituelle, c'est-à-dire en portant en abscisses les volumes de soude ajoutés, en ordonnées le nombre de gouttes correspondant, on obtient un angle brusque à la neutralisation dans le cas des acides forts et, pour les acides faibles, tout au moins des changements d'allure mettant en évidence les différentes fonctions acides. L'auteur a pu, de la sorte, montrer, en particulier, l'existence de 3 fonctions acides dans le cas de l'acide périodique.

Comme autre application intéressante, signalons que les divers acides gras peuvent être discriminés par leur activité superficielle vis à vis d'une même solution de soude aussi bien, sinon mieux, que par leurs points de fusion ou leurs indices de réfraction. La mesure est d'ailleurs singulièrement plus aisée et peut être réalisée avec un matériel beaucoup plus simple.

Les méthodes précédentes sont susceptibles d'intéressantes applications pratiques, notamment pour l'analyse rapide des corps gras. A. Bc.

Paléontologie

Les Cerfs quaternaires à mâchoires épaisses d'Afrique et d'Asie. — Les cerfs, qui sont des mammifères essentiellement eurasiatiques et américains, comptent deux formes quaternaires, l'une africaine, l'autre asiatique, qui se séparent de la plupart des types de la famille par l'extraordinaire épaisseur de leurs mâchoires : ce

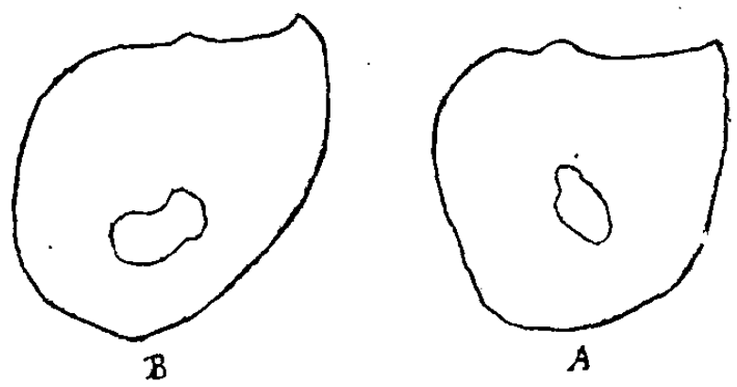


Fig. 246 — Sections de la mandibule des Cerfs à mâchoires épaisses: A, d'Algérie ; B, de Chine.

caractère remarquable leur a valu les noms spécifiques de *pachygenys* et *pachyganthus*.

Le plus anciennement connu de ces animaux, *Cervus algericus-pachygenys*, a été décrit du Pléistocène moyen de l'Algérie. Grâce aux très nombreux ossements recueillis par A. Debruge à Bougie, j'ai pu établir la constance des traits morphologiques de cette forme bien individualisée, dont j'ai fait le type d'un nouveau sous-genre *Megaceroides*. Il est ainsi extrêmement curieux de voir le seul cerf propre à l'Afrique présenter à un si haut degré une spécialisation bien accusée. Les affinités de ce ruminant révèlent des points communs, surtout avec les cerfs à bois géants du nord de l'Europe (*Megaceros*), à un degré moindre avec les cerfs de l'Inde (*Rusa*) et, subsidiairement, avec les daims.

Dans ces dernières années, un autre cerf à mâchoires épaisses a été indiqué du loess pléistocène de Chine. Confondu d'abord, semble-t-il, avec des *rusa* indiens, il a été considéré comme un type nouveau, *Rusa pachygnathus*, par O. Zdansky. Au contraire, H. Matsumoto rapporte ce ruminant du loess chinois au grand cerf sika actuel des jardins de Pékin, *Pseudaxis hortulorum*, espèce sans doute disparue depuis les dernières révolutions locales et dont la forme ancestrale serait *Pseudaxis magnus*, récemment décrit par O. Zdansky du Pliocène de Chine.

Ainsi une hypertrophie des mâchoires se serait produite à peu près simultanément dans la famille des cerfs, d'une part en Algérie, chez une forme du groupe *Megaceros-Rusa*, apparenté à nos daims, d'autre part, en Chine, dans un type de *Pseudaxis*, genre extrême-oriental affiné de nos Elaphes.

L. Joleaud.

Physiologie

Mélanges respiratoires hélium-oxygène. — Pour certains travaux, en particulier pour ceux qui nécessitent une plongée, les ouvriers sont assujettis à demeurer plus ou moins longtemps à des pressions notablement supérieures à la pression atmosphérique. Le sang et les tissus dissolvent alors une quantité d'air excessive, et le retour aux conditions normales n'est pas sans présenter des dangers. Si le processus ordinaire de la respiration chasse l'oxygène en surplus, c'est sous forme de bulles que tend à s'éliminer l'excès d'azote. Lorsque l'azote s'est dissous en trop grande abondance, son expulsion peut déterminer des troubles organiques graves, l'inconscience et même la mort.

Il est donc indispensable de ne réaliser la décompression que très progressivement, de manière que l'azote en excès s'échappe lentement par les poumons. Mais l'opération se prolonge d'autant qu'on parvient d'une pression plus élevée, et sa durée devient prohibitive pour des surpressions qui ne sont pas très brèves. Par exemple, pour 45 minutes de séjour à 70 mètres de profondeur, il ne faut pas moins de deux heures pour réacclimater le plongeur à la pression atmosphérique, condition difficile à réaliser lorsque l'eau est trop froide ou le temps orageux.

Ces inconvénients tiennent à la solubilité de l'azote, gaz qui, en somme, ne joue pas de rôle dans le mécanisme respiratoire. Aussi a-t-on proposé de substituer à l'azote l'hélium, gaz inerte de solubilité beaucoup moindre. La suggestion a été faite de plusieurs côtés aux Etats-Unis, pays où l'extraction de l'hélium, à partir des émanations naturelles, s'exécute sur une grande échelle en vue du gonflement des dirigeables. Un des promoteurs de l'idée, J. H. Hildebrand, de l'Université de Californie, a, ces dernières années, intéressé à la question le Bureau des Mines des Etats-Unis, qui lui a adjoint comme assistants R. R. Sayers et W. P. Yant. Les trois collaborateurs rendent compte de leurs observations personnelles (1).

Dès 1925, ils ont essayé sur des rats un mélange hélium-oxygène, où l'hélium se substituait exactement à l'azote

(1) *Nature* (de Londres), 14 avril 1928.

de l'air, c'est-à-dire où l'oxygène entrait pour une proportion de 21 o/o. Ils ont reconnu que les rats y subsistaient pendant des heures, et cela sous 20 atmosphères, c'est-à-dire à plus du triple de la pression maxima des sion suffisent.

Plus tard, dans leurs mélanges hélium-oxygène, les auteurs ont réduit beaucoup la teneur en oxygène, qu'ils ont fixée à un taux variant de 1,5 à 2,5 o/o, suivant la surpression utilisée. Dans leurs expériences où les séjours atteignaient jusqu'à cinq heures, la pression était d'une dizaine d'atmosphères. Il suffisait alors de 4 à 7 minutes de décompression. Dans une expérience parallèle avec un mélange azote-oxygène, les animaux, ramenés en 26 minutes ou davantage à la pression atmosphérique, ont été frappés d'une paralysie, à laquelle beaucoup d'entre eux ont succombé, après un temps plus ou moins long.

L'hélium n'a pas seulement sur l'azote l'avantage d'une moindre solubilité dans le sang, mais celui, qu'on ne prévoyait pas, d'une élimination plus immédiate par les poumons, lors de la décompression. L'hélium diffuse relativement vite à cause de la petite taille de ses molécules, environ trois fois plus rapides que celle de l'azote.

Les auteurs annoncent qu'ils ont commencé avec succès l'essai de leur mélange respiratoire sur des personnes.

S. V.

Pathologie expérimentale

Essais de transmission au chimpanzé du cancer digestif humain. — MM. Jean Troisier et Limousin qui ont la chance de disposer des chimpanzés que l'Institut Pasteur reçoit de sa succursale de Kindia viennent d'essayer, sur les conseils du Prof. A. Calmette, de transmettre aux anthropoïdes le cancer digestif de l'homme en employant la voie gastro-intestinale. Dans une première expérience ils ont cherché à se rendre compte si le cancer humain pourrait se développer dans le tube digestif d'un chimpanzé à qui on aurait fait absorber du cancer de l'estomac ou du rectum prélevé chirurgicalement chez l'homme.

Ils ont utilisé un jeune chimpanzé très vigoureux qui en quatre mois absorba quatre repas infectants renfermant des fragments de néoplasmes de l'estomac ou du rectum, tantôt du type ulcératif, tantôt du type bourgeonnant. L'animal ingéra au total environ 20 centimètres cubes de tissu cancéreux. Il ne présenta aucun trouble digestif et pendant deux ans sa santé fut parfaite. Il succomba, près de trois ans après le début de l'expérience, sans qu'il fût possible, à l'autopsie, de déceler la moindre trace de néoplasie ni sur le tube digestif, ni les autres organes. On ne put constater qu'une infestation bronchique à trématodes (*Annales de l'Institut Pasteur*, avril 1928).

Bien que d'autres essais soient en cours les auteurs ont tenu à rapporter, malgré ses résultats négatifs, la première expérience qu'ils aient entreprise. Il est possible, en effet, que l'incubation du cancer digestif soit de très longue durée, ou bien que des conditions spéciales doivent se trouver réalisées pour que le virus — s'il s'agit d'un virus — infecte l'animal et manifeste son action; de nombreuses expériences seront nécessaires avant de pouvoir conclure sur l'inoculabilité du cancer digestif humain chez le chimpanzé, mais c'est déjà un résultat intéressant d'avoir montré que dans les conditions où le Prof. A. Calmette fait vivre à l'Institut Pasteur de Paris les anthropoïdes sélectionnés à Kindia on peut conserver ces animaux assez longtemps pour permettre des recherches de longue haleine. Même après trois ans de séjour à Paris, l'animal utilisé par MM. Troisier et Limousin ne présentait aucune lésion tuberculeuse.

On sait depuis longtemps les avantages considérables que présente l'emploi des anthropoïdes en médecine expérimentale, mais on en trouve une preuve nouvelle dans les résultats récemment obtenus par M.J. Troisier qui vient de constater que le sang du chimpanzé présente les caractéristiques hématiques du groupe sanguin II de l'homme et que l'homme dont le sang appartient à ce même groupe II peut recevoir impunément dans les veines du sang citraté de chimpanzé. L'identité globulaire et humorale de l'homme du groupe II et du chimpanzé se trouvant ainsi démontrée il est évident que c'est avec cet anthropoïde qu'on a le plus de chances de réussir les inoculations de virus humains.

A. B.

Statistique

Trafic du canal de Panama. — Voici les tonnages nets qui ont transité par le Canal de Panama dans les 3 dernières années (année fiscale des Etats-Unis terminée le 30 juin).

1925	22.855.000
1926	24.775.000
1927	26.228.000

Voici dans l'ordre d'importance les dix pavillons qui ont couvert le plus fort tonnage en 1927, avec le signe + pour augmentation le signe — pour diminution sur l'année précédente (nombres arrondis).

Etats-Unis	13.915.000	+
Angleterre	6.943.000	—
Norvège	908.000	—
Japon	818.000	+
Allemagne	780.000	+
Hollande	575.000	+
France	536.000	+
Suède	395.000	+
Italie	344.000	—
Danemark	198.000	—
Autres pavillons	816.000	—
Total	26.228.000	+

L. B.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Génie maritime

L'étude expérimentale des formes de carène. — L'étude expérimentale de la résistance à la marche des navires a fait, depuis le début du siècle, de très notables progrès. Stimulée par le besoin grandissant de vitesse, qui orientait en même temps l'évolution des moteurs marins, la recherche rationnelle des formes de carène les mieux appropriées aux allures rapides, a abouti déjà à des résultats remarquables que les essais de nombre d'unités récentes, et chez nous en particulier, sont bien faits pour mettre en valeur.

La résistance opposée par l'eau à la progression d'un navire peut se ramener, en gros, à trois termes essentiels. D'abord, une résistance dite *de frottement*, simplement proportionnelle à la vitesse, et qui est due à l'entraînement des molécules liquides en contact avec la carène. Puis, la résistance *de rencontre*, proportionnelle au carré de la vitesse, résultant de l'action mécanique exercée par le navire sur les filets liquides, écartés par l'étrave pour

être ensuite progressivement ramenés à l'arrière. Un troisième élément de résistance naît enfin de la formation d'ondes satellites : intumescence de l'avant, creux de l'arrière en sillage, série de vagues qui se propagent le long de la coque et dont la longueur de crête en crête, ainsi que la hauteur, s'accroissent avec la vitesse.

Aux très faibles allures, c'est la résistance de frottement qui est prépondérante. Or, comme celle-ci dépend de l'étendue de la surface du navire en contact avec l'eau, la *surface mouillée*, on est conduit à donner aux bateaux lents, tels que petits cargos, chalands, voiliers mixtes, des formes courtes et trapues, le moins affinées possible.

Dès que l'allure s'élève au-dessus d'une dizaine de nœuds la résistance de rencontre prend progressivement une importance croissante, jusqu'à rendre la première pratiquement négligeable. La résistance de rencontre fait intervenir, non plus la surface mouillée, mais l'affinement du navire, le rapport entre la section transversale de surface maxima, en *maître-couple*, et le volume de la carène.

D'autre part, avec le relèvement de l'allure, entre en jeu l'action des vagues, d'abord insignifiante par rapport à la résistance de rencontre, mais qui arrive à provoquer à un certain moment une chute considérable du rendement moteur. On parvient, pour les navires de grand et moyen tonnage, à retarder le plus possible le développement de ces phénomènes parasites, grâce encore à l'affinement des formes et à la réalisation de carènes parfaitement lisses, dont les appendices présentent des courbures bien continues et soigneusement étudiées.

Au contraire, pour certains navires de petites dimensions, embarcations, vedettes, torpilleurs de faible tonnage, il arrive qu'après une période décroissante, le rendement subisse un relèvement notable, du fait qu'à un certain moment la coque monte littéralement sur l'intumescence avant, ce qui a pour effet de la déjauger partiellement, de diminuer par conséquent le volume de carène. On obtient un résultat analogue en donnant à l'arrière une forme carrée et plate, en fer à repasser, qui favorise le relèvement de l'avant, tout en assurant une bonne immersion de l'hélice; c'est le principe bien connu du glisseur.

L'affinement des formes est limité par la considération de solidité, la nécessité de conserver une rigidité suffisante à la poutre d'assemblage que constitue le navire. Le rapport de la longueur à la largeur, qui peut donner une idée générale immédiate de la finesse d'une coque, ne dépassait guère 5 pour les anciens navires à voiles. Il varie, pour les vapeurs en acier modernes, de 7 à 10, ce dernier chiffre étant le terme extrême atteint par les unités les plus rapides, notamment nos croiseurs récents.

Mais un navire peut être très allongé et très fin, de par la valeur absolue de ses proportions caractéristiques, sans réaliser pour cela les formes les plus favorables, les courbures les mieux adaptées aux trajectoires des filets liquides. Je signalerai seulement ici, à titre d'exemple, l'importance que revêt l'acuité des *lignes d'eau*, ou sections horizontales parallèles au plan de flottaison, à l'avant. Les lignes d'eau doivent former des coins aussi aigus que possible, se séparant à l'étrave selon des courbures très voisines de la ligne droite ; pour se raccorder aux parties plus larges par des courbes très régulières et exemptes de points d'inflexion. Même exigence d'acuité pour les *sections longitudinales*, parallèles au plan diamétral du navire, mais cette fois en ce qui concerne leur aboutissement arrière. Remarquons encore, en passant, que la recherche de la rapidité a fait renoncer, pour les navires de guerre, aux anciennes formes d'avant, soit à éperon, soit à étrave renversée, que l'expérience a révélées nettement défavorables. L'avant droit, révélées mieux encore, légèrement élancé, rappelant la forme à guibre des voiliers et des yachts, qui tend à faciliter le relèvement de l'étrave à grande vitesse, se recommande pour toutes les unités rapides.

Une étape décisive a été réalisée dans l'étude des formes de carène, par la mise au point de la technique des modèles en paraffine, à échelle réduite, mis en mouvement sur des *bassins d'essai*, dans les centres d'études théoriques et expérimentales que toutes les marines s'efforcent aujourd'hui de perfectionner au mieux de leurs intérêts. Ces recherches, extrêmement intéressantes du point de vue pratique, possèdent en outre cette qualité, d'ordre théorique et mieux encore philosophique, de montrer, sous un jour particulièrement suggestif, comment la théorie scientifique arrive à émerger progressivement des tâtonnements de l'empirisme, à travers les méthodes déjà plus rigoureuses et rationnelles de la science appliquée.

Louis Basso.

Génie civil

Le Pont Géant de Plougastel. — Le souci d'économiser la matière dans les constructions, joint à une connaissance plus approfondie des matériaux et des méthodes de calcul, conduit à des solutions extrêmement ingénieuses et non dépourvues d'esthétique. Certains hangars d'aviation, tels que ceux d'Orly, et quelques ponts exceptionnels, illustrent avantageusement cette constatation.

Le pont sur l'Elorn, entre Brest et Plougastel, mérite une attention particulière, non seulement parce qu'il sera le plus grand pont en béton armé du monde, mais aussi par son mode de construction.

Portant une route, une ligne de tramways et une ligne normale de chemin de fer, ce pont, dont la longueur totale doit être de 1 kil. 200, comportera en son milieu trois arches de 180 m. de portée, haussant leur cintre à 36 m. 50 au-dessus du zéro des mers.

Des piles, fondées dans le lit de l'Elorn, portent les amorces d'arc. Cet arc doit être en béton armé; il faut donc un coffrage pour le construire.

MM. Limousin et Freyssinet, les constructeurs de l'ouvrage, ont édifié sur la rive, un immense cintre de 10 m. de largeur, 180 m. de longueur, pesant 540 tonnes, et s'appuyant à ses deux extrémités, sur deux chalands en béton armé, construits à pied d'œuvre. L'ensemble pouvait ainsi être transporté à son poste entre les deux piles, grâce à des treuils placés sur les chalands mêmes qu'ils devaient entraîner.

L'opération a eu lieu le 16 avril dernier. Suivant un programme mathématiquement fixé, rigoureusement suivi, le cintre a été amené, en travers du fleuve, dans un plan parallèle à celui des piles ; ses extrémités ont ensuite été engagées sous les amorces d'arc. A partir de ce moment, des manœuvres de vérins et de cales ont permis d'assurer le clavetage.

Actuellement, le coffrage du premier arc est en place et son exécution se poursuit.

Lorsque cette première opération sera terminée, le coffrage devenu libre sera transporté par la même méthode et mis en place à l'emplacement du second arc. On fera de même pour le troisième.

Ed. M.

Transports

Les chemins de fer au Maroc. — Le développement de l'outillage économique de ce pays, depuis que son gouvernement fait appel à la collaboration des administrateurs et des techniciens français, est considérable.

En 1912, quelques dizaines de kilomètres de voie de 60.

En 1917, en pleine guerre, on construisait en même temps qu'un port et un réseau routier de premier ordre, un réseau ferré de 60 qui s'étendait de Casablanca à Rabat, Meknès et Fez, Casablanca Caïd Tounsi (vers Marrakech), enfin entre Fez et Oudjda par Taza, ce dernier encore coupé par une zone dissidente. L'effort accompli et les travaux en cours à cette époque surprenaient le voyageur et j'en ai rendu compte ici même (1).

Aujourd'hui, c'est-à-dire quinze ans après l'organisation des premiers kilomètres de voie de 60, nous nous trouvons en présence d'un réseau de voie normale, dont près de 600 kilomètres sont en exploitation, et de 1.118 kilomètres de voie de 60, également en exploitation. Les projets en cours porteront le réseau normal à 1.324 kilomètres, dont 1.218 kilomètres en zone française, le reste joignant Tanger en zone espagnole. Enfin le réseau de 60 sera porté à 1.500 kilomètres.

Les lignes sont : Petitjean-Kenitra, 83 kilomètres. Kenitra-Casablanca, 128 kilomètres. Kenitra-Souk-el-Arba, 80 kilomètres. Casablanca-Marrakech, 245 kilomètres. Settat (Sidi el Aïdi) aux phosphates, 120 kilomètres. Fez, frontière algérienne, 350 kilomètres. L'exploitation en 1925 des lignes ouvertes, soit de 365 kilomètres, a donné lieu aux mouvements suivants : plus de 1,44 millions de tonnes utiles kilométriques avec parcours kilométrique total de près de 700.000 kilomètres, et recette kilométrique de 83.600 francs opposée à une dépense de 56.500 francs. Nombre de voyageurs : 1re classe : 3.370; 2e classe : 7.539; 3e classe: 200.000; 4e classe: 246.800. On voit par le nombre des clients de 3e et 4e classe que les indigènes usent largement du chemin de fer.

On remarque la très faible proportion de voyageurs des classes supérieures, cela tient à la concurrence de la route qui est préférée par le plus grand nombre des touristes. La proportion des voyageurs des diverses classes s'établit ainsi: 1re: 0,8 o/o; 2e: 1,6 o/o; 3e: 41,9 o/o; 4e: 55,7 o/o.

L. R.

(1) *Revue Scientifique*, 16-26 novembre 1918. Les voies de communication au Maroc.

Chauffage

Chauffage par radiation. — Des deux méthodes dont on dispose pour répartir la chaleur d'une source centrale pour chauffer les diverses pièces d'un bâtiment, c'est celle basée sur la circulation de l'air chauffé qu'on a surtout employée jusque maintenant ; mais il ne faut pas oublier que, par ce système, il faut chauffer tout l'air présent dans le bâtiment aussi bien que le bâtiment lui-même, pour avoir une température suffisante. En employant l'autre méthode de chauffage, c'est-à-dire en fournissant la chaleur par radiation, la température de l'air a moins d'importance, car, en effet, les personnes ont chaud dans une pièce où l'air est froid quand elles reçoivent assez de radiations de chaleur. Il semblerait donc que ce second mode de chauffage est le plus efficace des deux.

Barker, dans une communication faite à la Société Royale des Arts à Londres, le 18 janvier 1928, a exposé divers procédés permettant d'appliquer les radiations au chauffage des bâtiments, particulièrement les méthodes par lesquelles la chaleur est transmise par radiation de grandes surfaces planes placées dans les murs ou le plafond de l'appartement, et maintenus à une température relativement peu élevée par une circulation d'eau chaude. La radiation de ces surfaces est, par suite, limitée complètement à la région infrarouge du spectre. M. Barker fit voir qu'avec la chaleur radiante ainsi émise, on peut suffisamment chauffer une chambre et avec bien moins de frais qu'avec les radiations lumineuses ou semi-lumineuses telles que celles produites par un corps incandescent. Pour l'expliquer, il rappelle que le verre des fenêtres est moins sensible aux rayons de grande longueur d'ondes produits par les radiateurs à basse température, qu'aux ondes plus courtes des corps à haute température, et, par suite, les murs absorbent, des premiers, une proportion moindre. Généralement la température des grandes surfaces radiantes ne dépasse par 50° et, ici, Barker établit qu'environ 60° de la chaleur fournie est transmise sous forme de radiations.

Le principal avantage de cette méthode de chauffage, au moyen de radiateurs à basse température, c'est, en plus de l'économie, d'éviter cette sensation particulière que l'on éprouve généralement quand l'atmosphère est chauffée par un courant de convection. L'inconvénient, c'est qu'il y a relativement peu de chaleur qui arrive aux points de la pièce desquels ont ne peut avoir vue sur les surfaces radiantes, bien qu'on puisse y remédier en fixant celles-ci au plafond, mais Barker rappela que ce dispositif pouvait endommager les meubles placés en dessous. On a imaginé plusieurs méthodes d'application pratique de ce principe : la première a été expérimentée il y a plus de 20 ans par l'auteur lui-même. Il disposait dans le revêtement du mur ou du plafond des serpentins de 12 m/m de diamètre, distants de 1 m. 20 à 1 m. 50. Dans ces tuyaux, l'on fait circuler de l'eau à environ 50° : la chaleur transmise à la paroi, est rayonnee par la surface des murs. Il est évidemment difficile par cette methode d'empêcher les parois de se détériorer, à moins de tenir l'eau à une température suffisamment basse. Quand sont apparus les plafonds et les murs en béton, on y a placé les tuyaux ; on a ainsi obtenu de bons résultats, mais on comprend qu'il est très difficile, dans ces conditions, de les mettre à jour pour y faire les réparations ou les changements nécessaires.

Un système plus pratique, récemment imaginé, consiste à faire des panneaux chauffants sous forme de grandes surfaces planes, en fonte coulée, munies de conduits pour le passage de l'eau chaude : on a ainsi sur les serpentins enfermés dans la maçonnerie, la facilité de pouvoir enlever et remplacer les panneaux. On peut également, pour les chauffer, employer de l'eau à n'importe quelle température. L'inconvénient de ce système réside dans le poids énorme de ce matériel et la dificulté de pouvoir dissimuler bien souvent la tuyauterie nécessaire, bien que la plaque soit très épaisse.

Avec ce système, l'esthétique peut être sauvegardée en donnant aux plaques l'aspect du bois de chêne. A cet effet, on soumet le bois à l'action du sable soufflé, ce qui fait disparaître les parties tendres, tout en rendant le grain plus apparent et on exécute les moules d'après les modèles en bois ainsi traités.

Ces panneaux métalliques peuvent être chauffés électriquement tout aussi bien qu'avec le gaz, la vapeur ou l'eau chaude. Quand on emploie le gaz, on évacue les produits de la combustion par des conduits ménagés dans le panneau, en les aspirant avec un petit ventilateur qui les envoie dans l'atmosphère. Pratiquement, on utilise ainsi toute la chaleur provenant de la combustion du gaz, car les produits de la combustion arrivent froids au ventilateur. On a imaginé un dispositif automatique fermant l'arrivée du gaz en cas d'arrêt du ventilateur. L'emploi du gaz a le grand avantage de supprimer les chaudières et une manipulation très incommode. Les frais ne dépasseraient pas, ou du moins très peu, ceux du

chauffage avec radiateurs à eau chaude. Ce chauffage est, en tout cas, beaucoup moins coûteux que le chauffage au charbon ou au gaz. (*Engineering*, 3-228). E. P.

Papeterie

Utilisation du Pin noir d'Autriche en papeterie. — Dans les reboisements exécutés en régions montagneuses, cette variété de Pin Laricio a été précieuse pour le maintien des terres sur les pentes, mais son bois, par contre, n'est pas jusqu'à présent très apprécié, il sert à la fabrication des caisses ou comme combustible.

M. Hulin, inspecteur des Eaux et Forêts, chef du service du reboisement à Grenoble, a eu l'idée de trouver, en papeterie, un débouché pour ce Pin.

L'essai d'utilisation a été fait à l'Ecole de papeterie de Grenoble. (*Revue des Eaux et Forêts*, LXV, 5.)

MM. Vidal et Aribert viennent de donner les résultats de ces recherches, et ils montrent que l'on peut aussi bien songer à faire du papier avec le *Pinus austriaca* qu'avec le le *Pinus maritimus* déjà employé à cette fabrication dans les Landes où quatre usines sont en activité.

Un premier examen d'échantillons de ce bois a donné une teneur en résine de 4, 3 o/o et un rendement en cellulose de 54 o/o (par la méthode de Cross et Bevan).

Dans un essai de traitement par la soude (30 o/o de soude) pendant 15 heures à 2,5 — 3 k., on a obtenu 48 o/o d'une cellulose écrue assez difficile à blanchir. Il a fallu faire un traitement avec 35 o/o de soude pour obtenir un blanchiment facile, et le rendement en pâte a été 45 o/o.

Mais un très bon résultat a été obtenu en préparant la pâte « Kraft », par un traitement ainsi conduit :

Sous une pression de 2.5 à 3 k., en huit heures, on a traité le mélange :

Bois en copeaux	1 kilo
Soude caustique	16 o/o
Sulfure de sodium	8 o/o
Eau	4 litres

On a obtenu une pâte brune de la couleur caractéristique de la pâte Kraft, très ferme, homogène, se laissant défibrer sans trop de difficultés. Le rendement a été 53 o/o.

Examinée au microscope, la pâte de Pin noir d'Autriche ressemble à celle de Pin sylvestre, les fibres ont 2 à 4 m/m de longueur, une largeur de 30 à 70 millièmes de m/m. La plupart sont des fibres d'été, larges, très aplaties et transparentes, leur paroi est mince, criblée de ponctuations. Divers autres éléments sont décrits par les auteurs, fibres d'automne, rayons médullaires, etc.

Dans leurs conclusions, les auteurs estiment que le Pin noir d'Autriche peut être essayé industriellement avec de fortes chances de succès pour la fabrication de la pâte Kraft, qui donnerait un bon papier d'emballage. Le blanchiment paraît, par contre, devoir être assez coûteux.

L. R.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 30 juillet 1928.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *A. Froda* (transm. par M. E. Borel). — **Sur quelques propriétés descriptives des fonctions de variables réelles.**

— *S. Saks* (transm. par M. E. Borel). — **Sur un théorème de M. Montel.**

MÉCANIQUE. — *D. Lagrange* et *D. Rosenthal* (prés. par M. Mesnager). — **Influence de la forme des abouts des éléments de certains assemblages, soudés sur la valeur de la charge de rupture et sur la déformation.**

ASTRONOMIE. — *A. Dangon* (prés. par M. A. Cotton.) — **Courbe de lumière et éléments de l'étoile double photométrique β Lyræ.**

Dans cette Note, l'auteur résume les observations qu'il a faites en 1923 et 1924 au cours de 200 observations environ, de la variable β Lyræ, au photomètre polarisant de Pickerny. La discussion des mesures sera publiée ultérieurement.

— *A. Gougenheim* (prés. par M. Fichot). — **Sur l'emploi de l'astrolabe à prisme pour l'étude des variations des latitudes.**

L'examen des latitudes obtenues pendant les mois d'octobre et novembre 1926 a mis en évidence des maxima à peu près égaux lors des nouvelles lunes et peu de jours après les pleines lunes. On retrouve ainsi, mais sous une forme un peu différente, la période semi-lunaire de 14 jours signalée dès 1913 par Boccardi.

L'ensemble des résultats résultant des observations permet à l'auteur de conclure que l'astrolobe à prismes est capable de collaborer à l'étude des variations des latitudes et qu'il est à souhaiter que des observations suivies soient entreprises dans ce sens, principalement en vue de déterminer l'ordre de grandeur de la variation semi-lunaire et, par conséquent, de fixer les précautions qu'il y a lieu de prendre dans la détermination précise d'une latitude moyenne.

NAVIGATION. — *L. Kahn* (transm. par M. Paul Painlevé). — **Sur la détermination astronomique du point à l'aide d'une carte conforme, utilisable comme carte orthodromique.**

L'auteur montre les simplifications que la carte dont il a exposé précédemment le principe et les propriétés (*C. R.*, 186, 1928, p. 496), apportent à la détermination du point par observation des hauteurs d'astres.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Ch. Mauguin.* — **Les rayons X ne donnent pas toujours la véritable maille des cristaux.**

Dans une Note récente (*C. R.*, 186, 1928, p. 1788), M. Friedel a, de nouveau, appelé l'attention sur le fait que l'analyse des édifices cristallins au moyen des rayons X ne fournit pas toujours la maille cristalline véritable. M. Mauguin a trouvé dans la biotite et dans les chlorites, des exemples venant à l'appui de cette thèse. Sa démonstration est faite à l'aide de figures.

MINÉRALOGIE. — *J. de Lapparent* et *E. Stempfel* (transm. par M. Wallerant). — **Sur la gibbsite déshydratée.**

La déshydratation de la gibbsite ne laisse pas un résidu amorphe : ayant dégagé de l'eau, elle reste à l'état de cristal, un assemblage réticulaire. Mais le réseau anhydre se déforme et devient orthorhombique. La température du départ de l'eau semble être fixe; toute l'eau ne sort pas immédiatement de la masse du cristal : celui-ci devenu poreux, retient une partie de l'eau naissante et jusqu'à 600° les cristaux se conduisent comme les corps poreux, mais à partir de cette température, il y a suppression presque totale des pores; d'où la limpidité acquise alors par la gibbsite et son inaptitude à absorber d'importantes quantités de vapeur d'eau.

PHYSIQUE. — *J. Chichochi* (transm. par M. H. Le Chatelier). — **Conductibilité des sels pulvérisés.**

Les recherches ont porté sur le chlorure de baryum dont la majeure partie se trouvait à une température inférieure à celle où l'émission d'ions et la conductibilité du

sel sont observables. Malgré cela cette conductibilité, au cours des expériences était de l'ordre de celle observée à la température du fil de chauffage. Ce fait ne peut être expliqué que par la présence des vapeurs des sels non encore condensés dans les parties froides du tube

CHIMIE PHYSIQUE. — *H. Muraour* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur la réaction entre la température d'explosion d'une poudre et sa vitesse de combustion.**

L'auteur, en opérant sur des mélanges contenant 50 p. 100 de coton-poudre et 50 p. 100 de nitro-glycérine, mélanges additionnés de quantités croissantes de centralite (diéthyldiphénylurée), de façon à pouvoir faire varier dans de larges limites (près de 2000°), la température d'explosion, a trouvé une relation simple entre cette température (qui est celle atteinte par les gaz provenant de la décomposition explosive), et la vitesse de combustion de la poudre ; le logarithme de la vitesse de combustion est, en effet, une fonction linéaire de la température d'explosion. La vitesse de combustion d'une poudre colloïdale à la nitroglycérine obéit donc à la loi $V = Ke^{aT}$

V représente la vitesse de combustion sous une pression constante; e la base des logarithmes népériens; T la température d'explosion; K et a des constantes.

— *A. Sanfourche* et *L. Rondier* (transm. par M. Henry Le Chatelier). — **Sur les mélanges sulfonitreux et sulfonitriques.**

Dans les mélanges sulfonitreux, la tension de décomposition est d'autant plus forte que la concentration de l'acide sulfurique est plus faible, la richesse en nitreux plus grande, et la température plus élevée. Dans les mélanges sulfonitriques, la pression de vapeur d'acide nitrique, qui croît avec la température et la richesse en acide nitrique, ne varie pas toujours dans le même sens que la concentration de l'acide sulfurique. Dans les mélanges contenant à la fois du nitreux et du nitrique, la tension devrait être la somme des tensions individuelles Or, elle est considérablement plus élevée que cette somme, même pour des proportions d'acide nitrique extrêmement faibles et l'excès est d'autant plus accentué que l'acide sulfurique est plus concentré.

— *G. Valensi* (prés. par M. Perrin). — **Sur la dissociation de l'azoture de chrome.**

La dissociation a été étudiée à diverses températures, en faisant correspondre à chaque mesure de pression la concentration en azote sur le solide, calculée au moyen du volume de l'appareil. Toutes les mesures ont été effectuées par températures croissantes et par températures décroissantes, les nombres admis étant les moyennes de chaque compte.

Les valeurs calculées donnent comme point de dissociation, sous 760 mm., 1014° : l'expérience directe a donné 1015°.

— *Choucroun* (prés. par M. J. Perrin). — **Règle relative à la diffusion des électrolytes dans les gelées chargées.**

La vitesse de diffusion que l'électrolyte prend dans une gelée neutre n'est modifiée que si la charge de la membrane a le signe de l'ion le moins mobile; elle est alors toujours diminuée.

— *J. Cournot* (prés. par M. L. Guillet). — **Sur quelques cémentations d'aciers par des alliages spéciaux à base de manganèse.**

L'auteur a étudié l'action de cémentation des aciers au carbone par des ferros à base de manganèse. Il s'est attaché particulièrement à examiner les influences de la composition du cément de la température de cémentation, du temps de cémentation, de la nature de l'acier initial, de la nature du cément et de son usure au cours de cémentations successives. Il a procédé également à des essais de dureté et de corrosion.

CHIMIE MINÉRALE. — *P. Dutoit* et *A. Schnorf* (prés. par M. Urbain). — **Sur l'azoture de calcium.**

Cette Note résume les recherches effectuées par l'auteur depuis quelques années. Il a observé notamment que les divers azotures de calcium obtenus en faisant varier la température possèdent chacun une tension de décomposition irréversible qui lui est propre. Seul l'azoture jaune cristallisé (obtenu au-dessus de 1150°), possède une tension de dissociation réversible. On peut ainsi s'expliquer les valeurs différentes qui ont été obtenues dans la détermination des tensions de vapeur de l'azoture de calcium.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Ch. Moureu, Ch. Dufraisse* et *A. Willemart.* — **Recherches sur le rubrène. Hydrocarbures colorés de la famille du rubrène.**

Les auteurs ont isolés deux nouveaux hydrocarbures analogues au rubrène par leurs propriétés essentielles : un diméthylrubrène (F. 315°), préparé à partir du *p*-tolylacétylène et de la benzophénone, et un dibenzorubrène (F. 280°), préparé à partir du β-naphtylacétylène et de la benzophénone.

— *V. Grignard* et *J. Dœuvre.* — **Sur la constitution du citronellole et du rhodinol (I).**

Les auteurs montrent que l'argument tiré de la cyclisation du citronellal en isopulégol est sans valeur pour établir la constitution du premier de ces corps et ils établissent que les résultats quantitatifs, très nets, fournis par leur méthode, permettent d'affirmer que, dans les composés citronelliques, c'est la forme β qui prédomine dans la proportion d'environ 80 p. 100.

L. FRANCHET.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Gabriel Bertrand* et *Mme M. Rosenblatt.* — **Le potassium et le sodium dans les algues marines.**

Les algues marines sont inégalement sensibles à l'action de l'eau douce. Les unes, comme *Pelvetia canaliculata*, peuvent supporter une série d'immersions dans ce liquide sans subir de changement appréciable de composition saline; les autres, comme *Padina pavonia*, s'appauvrissent très vite, au contraire, de leurs sels alcalins.

Il n'y a pas ordinairement chez les algues marines une forte prédominance du sodium sur le potassium.

Les algues plongées dans un milieu liquide où la proportion du potassium est de 28 à 29 fois plus petite que celle du sodium absorbent et retiennent les deux métaux alcalins dans une proportion tout à fait différente, souvent même fortement inversée.

CRYPTOGAMIE. — *G. Nadson* et *N. Krassilnikov* (transm. par M. Molliard). — **Un nouveau genre d'Endomycétacées: *Guilliermondella* nov. gen.**

C'est dans l'écoulement muqueux des Chênes que les auteurs ont trouvé (dans le gouvernement de Kalouga) le Champignon dont il est question dans cette Note.

La formation des asques a lieu parthénogénétiquement ou est précédée d'une copulation sexuelle.

Le Champignon ne fait fermenter aucun des sucres éprouvés, non plus que l'inuline et la mannite. Il liquéfie lentement la gélatine au bout de 2-3 semaines. Les auteurs proposent de l'appeler *Guilliermondella*, nommant l'espèce *Selenospora* à cause de la forme des spores, sphériques légèrement triangulaires avec deux petites cornes.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *H. Colin* et *R. Franquet* (prés. par M. L. Mangin). — **La genèse de l'amidon dans le Haricot.**

Les données exposées dans cette Note se rapportent au Haricot de Soissons à rame. Les auteurs y désignent les pouvoirs rotatoires, avant et après inversion, de l'ensemble des glucides solubles ,et figurent les pourcentages respectifs, par rapport au poids frais, du sucre soluble total évalué en glucose, du sucre réducteur, du saccharose, du stachyose et de l'amidon.

CHIMIE PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *L. H. Dejust.* *Mlle Van Stolk* et *E. Dureuil* (prés. par M. Ch. Fabry), **Sur la présence de l'ergostérol dans le sang humain.**

Les auteurs ont utilisé les méthodes optiques pour déceler l'ergostérol. La présence, dans le sang humain, d'un corps doué de propriétés photobiologiques aussi prononcées que ce corps, mérite de retenir l'attention. La constatation de cette présence permet de saisir un des chaînons du mécanisme de l'action des rayons ultraviolets sur l'organisme.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Swigel Posternak* et *Théodore Posternak* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sur la labilité des chaînes d'acides sérine-phosphoriques et sur une réaction générale des tyrines.**

La dislocation si aisée des polypeptides phosphorés naturels, décrite dans cette Note, est, probablement, en relation avec le rôle physiologique dévolu aux phosphoprotéides et mérite, à ce point de vue, d'attirer l'attention des biologistes.

BIOMÉTRIQUE. — *A. Magnan* et *A. Sainte-Laguë* (prés. par M. H. Vincent). — **Sur une méthode de morphométrie des Poissons.**

Les auteurs donnent la description d'un morphomètre et exposent la méthode permettant de relever trois coordonnées, c'est-à-dire la position de tout point ou de toute ligne remarquable de la surface de l'animal : œil, ligne d'insertion des nageoires.

PATHOLOGIE. — *A. Sartory, R. Sartory, Marcel Meyer* et *Jacques Meyer.* — **Etude d'un nouveau cas de mycose osseuse.**

Il s'agit d'une affection amenant la production d'une tuméfaction au pied à la suite d'un traumatisme. L'examen macroscopique et microscopique des prélèvements pratiqués par trépanation du péroné a montré l'existence de filaments mycéliens de grande dimension, à parois épaisses, à double contour et la présence de corps éosinophiles, ce qui amène les auteurs à conclure à un paramycétome rentrant dans le groupe des *Hyphomycétomes* (selon la classification de Vuillemin).

La guérison contrôlée par l'examen radiographique et par les constatations cliniques semble prouver que certains paramycétomes sont justifiables du traitement iodé qui peut donner de bons résultats.

P. GUÉRIN.

Séance du 6 août 1928.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *O. Boruvka.* — **Sur une classe de surfaces minima plongées dans un espace à quatre dimensions à courbure constante.**

ASTRONOMIE. — *A. Danjon* (transm. par M. Cotton). — **Etude photométrique de la lumière cendrée de la lune.**

L'auteur conclut que, si elles existent, les variations de la lumière cendrée avec l'angle horaire et la déclinaison de la Lune, la situation météorologique, etc., sont faibles et non séparables des erreurs de mesure. Il n'y a pas de différence systématique entre la lumière cendrée du matin et celle du soir.

Pour des angles de phase a de la Terre, comptés en degrés et compris entre 20° et 130°, la magnitude visuelle de la lumière cendrée a pour expression dans le système de Russel $\mu = -2\text{ m. }57 + 0\text{ m. }0221\ a$.

La magnitude visuelle de la Terre, à la distance 1, a pour expression : $M = -3\text{ m. }79 + 0\text{ m. }0221\ a$.

L'albedo visuel de la Terre est égal à 0,29. L'indice de couleur de la Terre a pu être déduit de la comparaison de mesures visuelles faites à travers des écrans sélectifs : on a obtenu $i = +0\text{ m. }07$. La Terre est donc beaucoup plus blanche que toutes les autres planètes (Vénus, $i = 0\text{ m. }8$). Son albedo photographique atteint 0,56.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *M. Collignon* (prés. par M. Bigourdan). — **Les explosions à grande distance.**

Les observations faites par l'auteur pendant la guerre l'ont conduit à admettre une différence fondamentale entre les infra-sons d'origine moléculaire, c'est-à-dire dûs à une force physique agissant sur la matière, et les infra-sons d'origine atomique, c'est-à-dire provenant d'explosions ayant provoqué un violent ébranlement des atomes et des molécules.

En outre, certains phénomènes lui semblent incomplètement expliqués par les lois de l'élasticité et par les propriétés sinusoïdales, tels, la périodicité annuelle et journalière, la résonance et l'antirésonance, l'ombre sonore, les effets de hauteur h au-dessus du sol, les variations de la hauteur du son suivant les points d'observation et les périodes, la vibration rythmique R (N, I).

OPTIQUE CRISTALLINE. — *P. Leroux* (transm. par M. A. Cotton). — **Etude de l'influence de la température sur l'absorption d'un échantillon de tourmaline.**

Les coefficients d'absorption ont été mesurés pour les diverses raies de l'arc au mercure, depuis 5790 Å jusqu'à 3655 Å compris et pour les températtres comprises entre la température ordinaire et 250°. On trouve dans tous les cas que la variation des coefficients d'absorption en fonction de la température est linéaire et réversible. Les mesures, indiquées dans les tableaux, montrent que le coefficient angulaire diminue à mesure que la longueur d'onde augmente et qu'il devient négatif à partir d'une certaine longueur d'onde. Le coefficient angulaire, ainsi que la longueur d'onde qui donne un coefficient angulaire, dépendent de la direction de vibration du vecteur lumineux et de la direction de propagation de la lumière.

RADIOACTIVITÉ. — *Minesabaro Akiyama* (transm. par M. Broglie). — **Sur la condensation de la vapeur d'eau sur les atomes chargés d'actinium A.**

Les expériences ont montré qu'environ 50 p. 100 des atomes de recul chargés ne sont pas utilisés comme noyaux de condensation. En même temps il apparaît que le nombre des atomes d'actinium A déplacés et leurs vies déduites des écarts verticaux sont approximativement en accord avec les données radioactives.

ÉLECTROCHIMIE. — *C. Marie* et *G. Lejeune* (prés. par M. G. Urbain). — **Recherches sur l'oxydation électrolytique des substances organiques.**

Les auteurs montrent les différents mécanismes de réaction qui se produisent à la surface de l'électrode, et aussi jusqu'à quel point on peut espérer limiter l'oxydation de l'alcool et obtenir de l'aldéhyde. Dans ce cas il ne suffit pas d'effectuer l'oxydation avec une faible tension anodique, il faut s'efforcer de maintenir le régime initial qui est instable. On peut y parvenir en augmentant la concentration en alcool et en employant un artifice méca-

nique (électrolyse interrompue par des coupures périodiques du courant pour permettre la réaction entre l'alcool et l'oxyde instable de platine). Si le régime ne peut être maintenu, l'aldéhyde peut s'oxyder en même temps que l'alcool et, comme la concentration qui intervient est la concentration au voisinage de l'anode, on comprend facilement que l'aldéhyde puisse passer intégralement à l'état d'acide.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Rangier*. — Sur les condensations de la glycérine.

De la glycérine à 95 p. 100, chimiquement pure a été chauffée, à diverses températures, en présence de 2 p. 100 d'acétate de sodium fondu, dans un courant de gaz carbonique. Le mode opératoire qui a été suivi a permis d'isoler, déjà, six termes de condensation de la glycérine; les six corps obtenus possèdent des points d'ébullition allant de 164° à 284° et variant exactement de 30° en passant d'un terme au suivant. Tous ces corps sont liquides à la température ordinaire.

En poussant la condensation très loin, l'auteur a isolé une acétine cristallisée en cristaux blancs, paraissant correspondre à une diacétine de l'alcool d'glycinique.

— *C. Vavon* et *N. Zaharia* (transm. par M. Moureu). — **Sur l'extractibilité des phénols par l'éther à partir de leurs solutions alcalines.**

Les résultats montrent que tous les phénols sont extractibles par l'éther à partir de leur solution alcaline; extractibilité qui est liée à une hydrolyse plus ou moins profonde du phénate de soude : un excès d'alcali la fait diminuer, mais elle dépend en outre des solubilités du phénol libre dans le phénate et dans l'éther.

Si on traite un mélange de deux phénols par une quantité de soude insuffisante pour tout transformer en phénate et en extrayant l'éther, il se produira un fractionnement, le phénol le moins extractible restant en majeure partie dans la soude, le plus extractible passant dans l'éther, de sorte qu'on a ainsi une méthode de séparation des phénols à partir de leurs mélanges.

— *V. Grignard* et *J. Dœuvre*. — **Sur le citronellol et le rhodinol.**

Les auteurs démontrent que le rhodinol de Barbier et Bouveault n'existe pas comme entité chimique dans les essences naturelles. Celles-ci contiennent le produit dénommé citronellol qui est, en réalité, un mélange de deux isomères différant par la place de la double liaison. La forme la plus abondante est la forme β (octène-2) et qui est réellement la « forme citronellique. » Mais, sous certaines influences acides, la forme β s'isomérise partiellement en forme α (octène-1), qui peut prendre le nom de « forme rhodinique. » Il y a lieu, par conséquent, d'intervertir les formules adoptées jusqu'à présent.

L. Franchet.

LITHOLOGIE. — *A. Lacroix*. — Les pegmatitoïdes des roches volcaniques à facies basaltique.

On connaît, depuis longtemps, dans des gisements volcaniques allemands des roches à gros grain ou à grain moyen, à faciès doléritique, de couleur plus ou moins claire, qui ont été désignées sous le nom de *nephelindolerit*. Leur localisation au milieu de laves mélanocrates néphéliniques, à faciès basaltique (*ankaratrites*), sous des formes diverses, rappelle la disposition des pegmatites dans les granites. L'auteur a découvert (en France, à Madagascar), des cas nouveaux de telles associations, mais il en a observé aussi d'autres (en France, en Polynésie, en Chine), non plus dans des laves à néphéline, mais dans de véritables basaltes; il a été ainsi conduit à chercher à établir les relations des laves *conjointes* et de ce que, par anticipation, il appelle dès à présent, *pegmatitoïdes*. Il distingue les *pegmatitoïdes de basaltes* et les *pegmatitoïdes d'ankaratrites*.

— *V. Babet*. — **Sur les roches cristallophylliennes du Mayombe (Afrique équatoriale française).**

Ces roches peuvent être réunies en deux groupes : 1° les roches feldspathiques à faciès gneissique; 2° les roches non feldspathiques. Dans celles du premier groupe, le feldspath est l'albite, parfois un peu de calcite, qui forme de grandes plages xénomorphes englobant les lames de séricite. Les roches du deuxième groupe comprennent des micaschistes à mica prédominant et des épidotites.

Au point de vue de leur situation dans la série des terrains cristallophylliens, les roches du Mayombe examinées doivent être considérées comme appartenant à la *zone supérieure* caractérisée par l'albite et les minéraux hydroxylés (chlorite, séricite, épidote).

— *Henri Termier*. — **Sur les ankaratrites du Maroc Central.**

L'auteur expose la composition minéralogique de ces curieuses laves qu'il groupe en quatre catégories : ankaratrites à mélilite, ankaratrites à néphéline, ankaritrites néphéliniques à haüyne et ankaratrites limburgitiques.

MICROBIOLOGIE DU SOL. — *S. Winogradsky*. — Sur l'oxydation de la cellulose dans le sol.

Trois cas peuvent se présenter. Dans un premier, sous l'influence du *Vibrion jaune pâle*, les fibres cellulosiques subissent une oxydation analogue à celle des oxydants chimiques puissants, le processus n'aboutissant qu'à un mélange de cellulose oxydée avec un reste important de cellulose intacte. Dans un second groupe, la décomposition des fibres va plus loin qu'avec le premier. Quant aux espèces du troisième groupe, les *Cytophagas*, elles provoquent la dégradation complète des fibres.

GÉOLOGIE. — *Pierre Lamare*. — Sur un type d'accident tectonique affectant les plis de fond pyrénéens du Pays Basque espagnol.

Dans la région étudiée, c'est à un type assez particulier d'accident tectonique qu'est due la complication du détail, type d'accident qui donne naissance à des indentations de masses rocheuses rigides au milieu de masses rocheuses relativement déformables. C'est ainsi que la couverture permo-triasique des massifs primaires, faite de poudingues, quartzites et grès psammitiques, ne forme jamais à la périphérie des massifs primaires une carapace continue.

— *Raymond Furon*. — **Observations géologiques dans le Hodh (cercle de Néma, Soudan français).**

Les falaises qui constituent les « Dahar » et limitent le Hodh au Nord et à l'Est sont d'origine tectonique, dues à l'effondrement d'une grande voûte anticlinale.

La présence de nombreuses alluvions, de dunes mortes dans la partie la plus profonde du Hodh, les chapelets de mares, le drainage difficile des eaux vers le Nord-Ouest et l'Ouest paraissent à l'auteur le témoignage de la présence au Quaternaire ancien d'un réseau hydrographique beaucoup plus important. Un bras du Niger devait se détacher du fleuve qui coulait alors vers le Nord, entre Nara et Sokolo et gagner le Hodh, entre Nara et Néma, par la dépression située au sud du puits de Kaossa, dépression où subsiste un chapelet de mares. Deux autres dépressions, situées plus au Sud, drainent également les eaux vers l'Ouest.

PALÉONTOLOGIE. — *Jules Welsch.* — Contribution à la connaissance des faunes jurassiques du Poitou. Les Ammonites de l'Oxfordien, au Sud de Niort.

La partie supérieure de la tranchée des Grosses terres, sur la ligne du chemin de fer de la Rochelle, montre les assises de l'Argovien *à Ammonites transversarius* et *A. canaliculatus* plongeant légèrement au Sud. Dans l'angle des lignes ferrées de la Rochelle et de Bressuire, on peut recueillir de nombreuses petites Ammonites ferrugineuses du Callovien supérieur et de l'Oxfordien inférieur, zones à *Amm. Renggeri* et *Amm. cordatus.*

L'auteur donne une longue liste des formes recueillies; il lui a été impossible de séparer les deux zones paléontologiques représentées, assise à *Creniceras* et assise à *Cardioceras.*

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Emile F. Terroine* et *R. Bonnet* (transm. par M. d'Arsonval). — Modes d'utilisation par l'organisme, de l'énergie libérée par les oxydations et problème de la valeur alimentaire de l'alcool.

L'alcool est uniquement un thermogène; il ne peut être employé par l'organisme à aucun travail ni mécanique, ni chimique et n'a, par conséquent, aucune valeur à la neutralité thermique; par contre, il peut être utilisé pour la couverture, au moins partielle, des besoins caloriques. D'autres oxydations, dont le glucose est le type, sont, au contraire, entièrement utilisées pour les travaux de toute nature, mécaniques et chimiques.

P. GUÉRIN.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. J. Hadamard est délégué pour représenter l'Académie au Congrès international des Mathématiciens qui se tiendra à Bologne le 6 septembre 1928.

Cité Universitaire. — Le Recteur de l'Académie de Paris est autorisé à accepter la donation faite par M. Pierre Cartier, d'une somme de 50.000 francs destinée à couvrir les dépenses afférentes à l'aménagement et l'ameublement d'une chambre dans un des immeubles que la fondation nationale pour le développement de la Cité universitaire de Paris doit faire édifier sur les terrains dont l'Université est propriétaire.

Le droit à la location de ladite chambre sera exclusivement réservé à des Français nés aux Etats-Unis ou y ayant leurs parents domiciliés ou bien, à défaut, nés ou ayant leur famille résidant hors de France, et faisant leurs études dans une des Facultés de Paris ou un des grands établissements d'enseignement supérieur.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — ANNÉE SCOLAIRE 1926-1927. — Le Rapport annuel du Doyen de la Faculté des Sciences de Paris montre l'activité de la vie scolaire en 1926-1927. Nous en extrayons les chiffres suivants.

STATISTIQUE DES ÉTUDIANTS.

Etudiants inscrits pour les diverses disciplines :

Agrégation :	Sciences mathématiques	11
	Sciences physiques	14
	Sciences naturelles	13
Doctorat d'Etat :	Sciences mathématiques	7
	Sciences physiques	33
	Sciences naturelles	19
Doctorat d'Université		31
Ingénieur-Docteur		1
Diplômes d'études supérieures		21
Certificats d'études supérieures		2.505
Certificat P.C.N.		872
Institut de chimie appliquée		215
Etudiants immatriculés ne postulant aucun grade		334
Nombre total des étudiants inscrits		4.066

(Ce nombre était en 1925-1926 de 3.891).

Ces 4.066 étudiants se répartissent de la façon suivante: 3.328 hommes, dont 2.364 français et 964 étrangers; 738 femmes, dont 568 françaises et 170 étrangères

Parmi les candidats aux certificats d'études supérieures, 153 étaient immatriculés dans une autre Faculté, à savoir : Droit, 10; Médecine, 33; Lettres, 8; Pharmacie, 102.

Le nombre des étudiants français (hommes et femmes) est de 2.932. Les étudiants étrangers (hommes et femmes) au nombre de 1.134, se répartissent ainsi par nationalités :

Albanie	1	Japon	4
Allemagne	24	Lettonie	19
Angleterre	8	Liban	6
Annam	-	Lithuanie	35
Antilles	3	Luxembourg	5
Arménie	9	Ile Maurice	2
Argentine	8	Mexique	1
Autriche	15	Norvège	4
Belgique	18	Palestine	7
Bolivie	4	Panama	1
Bulgarie	28	Pays-Bas	2
Canada	7	Pérou	2
Chili	1	Perse	15
Chine	52	Pologne	201
Cambodge	1	Portugal	1
Cochinchine	10	Roumanie	193
Colombie	4	Russie	181
Danemark	1	Serbie	29
Egypte	28	Suède	4
Etats-Unis	28	Suisse	26
Equateur	1	Syrie	5
Espagne	6	Tchécoslovaquie	11
Esthonie	6	Tonkin	2
Géorgie	1	Tunisie	2
Grèce	31	Turquie	18
Guatemala	2	Uruguay	2
Hongrie	25	Yougoslavie	8
Indes anglaises	3		
Italie	10	Total	1.134
Irlande	6		

STATISTIQUE DES EXAMENS.

Baccalauréat. — Sessions d'octobre 1926 et de juillet 1927 :

Candidats examinés	4.945
Candidats ajournés	2.308
Candidats admis	2.637

Certificat de P.C.N. — Sessions d'octobre 1926 et de juillet 1927 :

Candidats examinés	783
Candidats ajournés	282
Candidats admis	491

Institut de Chimie appliquée :

Candidats examinés	218
Candidats ajournés	29
Candidats admis	189

Certificats d'études supérieures. — Sessions d'octobre 1926 et de mars et juillet 1927 :

Candidats examinés	2.482
Candidats ajournés	1.435
Candidats admis	1.047

Diplômes d'études supérieures :

Sciences physiques	20
Sciences naturelles	6

Doctorat d'Etat :

Sciences mathématiques	8
Sciences physiques	29
Sciences naturelles	14

Doctorat d'Université :

Thèses reçues	17

Diplôme d'ingénieur-docteur :

De création récente, ce diplôme a été décerné pour la première fois à un candidat.

Bourses d'études et subventions de la Faculté (Recherches effectuées par les élèves).

Sciences mathématiques	4 (= 30.000 fr.)
Sciences physiques	10 (= 71.000 fr.)
Sciences naturelles	27 (=153.000 fr.)

NOUVELLES INSTALLATIONS.

Parmi les nouvelles installations, nous citerons le nouveau bâtiment destiné à l'Institut Henri-Poincaré, qui sera un Institut de mathématiques et de physique mathématique. Il a été fondé à l'aide des donations de l'International Education Board et de M. le baron Edmond de Rothschild.

Le laboratoire de mécanique physique et expérimentale s'est enrichi d'une installation hydrodynamique.

Un laboratoire pour les recherches de biologie physico-chimique a été fondé à l'aide d'une donation de M. le baron Edmond de Rothschild.

Université de Lille. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — MM. Curtis, Doumer et Lemoine sont nommés Professeurs honoraires.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

A Treatise on the Mathematical Theory of Elasticity, par le Professeur A. E. H. LOVE, de l'Université d'Oxford, 4e édition. In-8° de 640 pages avec figures. Cambridge University Press. — Prix : 40 sh.

L'élasticité mathématique occupe en Philosophie naturelle une place de premier ordre, tant par la variété et l'ampleur des problèmes qu'elle livre à la sagacité du géomètre et par ses classiques applications à la Résistance des matériaux que ses connexions avec une foule d'autres domaines. L'élasticité est un préliminaire indispensable à l'étude de tous les phénomènes vibratoires : l'acoustique, l'optique physique de Fresnel, aussi bien que l'électro-magnétisme de Maxwell en sont tributaires. Quant aux éléments mêmes de l'élasticité, ils sont fonctions de nos conceptions sur le problème général de la matière, considérée à l'état solide, amorphe ou cristallisé. L'élasticité est donc une des branches où rivalisent les théories macroscopiques et les théories moléculaires. D'ailleurs, ses manifestations sont solidaires d'effets calorifiques et électriques dont l'étude appelle la mise en œuvre des principes généraux de l'Energétique, dans la mesure où on les considère comme suffisants. Ces aperçus montrent assez nettement l'importance de l'élasticité au point de vue spéculatif. Au point de vue des applications, sa portée dépasse de beaucoup le champ d'activité de l'architecte et de l'ingénieur; s'il est vrai qu'elle est l'instrument essentiel de la Mécanique Technique, elle est également celui de la Géophysique.

L'élasticité peut être envisagée soit du côté expérimental, soit du côté mathématique. Cette dernière attitude est celle pour laquelle a opté M. le Professeur Love, dans son beau traité, dont l'éloge n'est plus à faire. Du moins l'auteur se montre-t-il toujours soucieux de rester en contact avec l'expérience et de confronter avec elle les résultats du calcul. Par là même, toutes les ressources d'analyse mises en œuvre manifestent d'autant mieux leur efficacité incomparable. Si l'appareil analytique exigé par cette partie de la science est l'un des plus élevés auxquels on puisse faire appel, le traité de Love nous le montre comme s'y adaptant de la manière la plus harmonieuse et nous permet de mesurer le progrès accompli dans la tâche qui a pour objet de rapprocher la Résistance des matériaux de l'Elasticité proprement dite.

Une analyse détaillée étant impossible dans ce cadre étroit, je donnerai du moins, ci-dessous, les subdivisions principales :

Introduction historique. Théorie générale des déformations. Analyse des efforts. Elasticité des solides (loi de Hooke, thermo-élasticité...). Relations de l'élasticité théorique et de la Mécanique Technique. Equilibre des solides isotropes. Equilibre des solides allotropiques (=anisotropes). Théorèmes généraux de l'équilibre et du mouvement, principes variationnels. Transmission des forces. Systèmes à deux dimensions. Théorie de la dislocation, d'après Volterra. Intégration des équations de l'équilibre. Le problème de la sphère élastique : applications géophysiques. Vibrations des sphères et des cylindres. Propagation des ondes dans les milieux élastiques solides. Torsion. Flexion des poutres. Déformation, équilibre, vibrations des verges; problèmes de résistance dynamique; verges recourbées à l'état naturel. Plaques de moyenne ou de faible épaisseur. Déformation sans extension (=isométrique) des plaques planes ou recourbées. Théorie générale des plaques minces (planes ou courbes); équilibre; coquilles cylindriques, sphériques ou coniques.

Notes : sur la terminologie et les notations; sur le point de vue des théories moléculaires; sur les applications de la méthode du trièdre mobile.

La seconde de ces notes, les importantes additions relatives aux plaques, et les simplifications apportées au problème de la sphère sont les innovations les plus importantes de cette quatrième édition, qui apporte aussi une contribution précieuse à la bibliographie de ces questions, en embrassant les travaux les plus récents.

G. BOULIGAND.

Les champignons Comestibles et vénéneux, par A. Maublanc, Secrétaire général de la Société Mycologique de France. Tome II. *Deuxième édition.* In-8° de XCIV + 132 pages avec figures en noir et 96 planches. (*Encyclopédie pratique du naturaliste*). Paul Lechevalier, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

En présentant aux lecteurs de la *Revue Scientifique* le tome I de cette nouvelle édition, nous avons insisté comme il convenait sur le grand intérêt qu'elle présentait pour les mycologues. Le second volume que nous leur signalons aujourd'hui complète cet excellent ouvrage.

Alors que sa première édition ne comportait que 224 pages de texte et 96 planches en couleurs, la nouvelle compte 361 pages et 192 planches coloriées; de plus, pour toutes les espèces décrites les spores et les cystides y ont été figurées à la même échelle.

Dans le premier volume, en dehors des généralités, seules avaient été étudiées les Agaricacées formant la première famille des Hémiangiocarpes (Agaricales) premier groupe des Basidiomycètes. Dans le tome II, l'auteur a décrit successivement les Russulacées, les Hygrophoracées, les Paxillacées et les Bolétacées, les Gymnocarpes, les Angiocarpes, les Hétérobasidiés et les Protobasidiomycètes, puis enfin les Ascomycètes appartenant au groupe des Discomycètes et des Ascomycètes hypogés. Un chapitre particulier a été réservé à l'étude spéciale des champignons vénéneux, puis des champignons comestibles. Enfin, dans ce dernier volume, on trouve également un tableau synoptique des genres d'Agaricacées, une clé pour la détermination des genres de Basidiomycètes hémiangiocarpes, ainsi que des index des noms français, étrangers et latins.

Ainsi complété, l'ouvrage de M. Maublanc est appelé à rendre de très grands services aussi bien aux étudiants et aux botanistes qu'aux amateurs de champignons. C'est à la fois un excellent précis théorique, au courant des plus récents progrès de la mycologie, et un guide pratique fort bien compris, remarquablement illustré et d'un format très commode pour les excursions.

A. Berthelot.

A treatise on the British Freshwater Algæ, de G. S. West, Professeur de Botanique à l'Université de Birmingham. *Nouvelle édition* revue et remaniée, par F. E. Fritsch, Professeur de Botanique à l'Université de Londres. In-8° de 534 pages avec 207 figures. Cambridge University Press Fetter Lane, London E.C.4. — Prix : 21 sh.

Ce remarquable ouvrage ne traite pas seulement des algues, mais également de tous les protophytes pigmentés trouvés jusqu'à ce jour dans les eaux douces d'Angleterre. Il présente un intérêt considérable pour les botanistes, car ce n'est pas une simple étude systématique des organismes considérés, mais bien un exposé très développé de toutes les notions que nous possédons actuellement sur leur structure, leur morphologie, leur physiologie, leur biologie, leur distribution dans la nature et leur classification. Certes, sa partie systématique ne traite avec détails que des algues et des flagellés pigmentés qui vivent dans les cours d'eau, les lacs et les étangs des Iles Britanniques, mais au point de vue général et même pour les descriptions des genres et des espèces les lecteurs français le liront et le consulteront avec d'autant plus de profit qu'il n'existe chez nous aucun ouvrage analogue, surtout aussi moderne dans son esprit et dans les faits qui y sont étudiés.

Il y a près d'un quart de siècle qu'a été publiée la première édition de l'ouvrage de G. S. West; depuis cette époque des progrès considérables ont été faits en algologie aussi, pour en tenir compte, M. F. E. Fritsch a-t-il dû profondément remanier et récrire en grande partie cette nouvelle édition. Celle-ci est au courant de tous les travaux publiés jusqu'à la fin de 1925 et elle renferme la description de 62 genres de plus que l'édition précédente. Rédigé très clairement, remarquablement bien illustré et fort riche en indications bibliographiques, ce Traité est assuré d'un grand succès parmi tous les botanistes qui s'intéressent à l'algologie.

Les cinquante premières pages traitent des généralités. Tout le reste de l'ouvrage est consacré à la systématique et à l'étude détaillée, au point de vue morphologique, biologique et écologique, des diverses classes, groupes, familles, genres, espèces d'algues et de protophytes pigmentés que l'on peut rencontrer dans les eaux douces d'Angleterre. Pour les familles importantes des tableaux synoptiques bien disposés facilitent grandement la détermination des genres. Vraiment, en parcourant ce bel ouvrage, on ne peut se défendre de souhaiter qu'il inspire à un algologue français l'idée d'écrire une description de nos algues d'eaux douces aussi étendue et aussi bien documentée.

A. Berthelot.

Les plantes médicinales, par Ph. Eberhardt, professeur à la Faculté des Sciences de Besançon. In-16 cartonné de CLXIV-136 pages avec 96 planches coloriées. 7 planches en noir et 52 figures. (*Encyclopédie pratique du naturaliste*). Paul Lechevalier, éditeur, Paris. — Prix : 36 fr.

Parmi les nombreux ouvrages qui traitent des plantes médicinales, celui-ci sera certainement un des plus appréciés à cause de son caractère à la fois scientifique et pratique, de ses belles planches et de son format réduit. Il comporte deux parties. Dans la première, l'auteur examine, au point de vue de leurs caractères et de leur place dans la classification, les principales familles végétales qui comportent des espèces dont les propriétés thérapeutiques sont universellement reconnues. La seconde partie est réservée à la description des plantes médicinales de nos régions. Avec raison l'auteur s'est borné aux espèces les plus communes et les plus usitées; pour chacune d'elles, il donne une bonne planche en couleurs, à côté de laquelle il indique les noms communs et scientifiques, les synonymes, les noms en langues étrangères, les caractères botaniques et enfin les propriétés médicinales avec les plus simples préparations galéniques permettant de mettre celles-ci à profit. Une soixantaine de pages ont été réservées à des indications pratiques concernant la récolte et la culture des plantes décrites en détail dans la seconde partie.

Cet excellent ouvrage, qui est capable de satisfaire aussi bien les botanistes, les médecins et les pharmaciens que les herboristes, les cultivateurs et le grand public, est publié fort à propos. En effet, depuis la guerre, de grands efforts sont faits dans notre pays pour développer le ramassage et la culture des plantes médicinales, dont, autrefois, un grand nombre étaient importées alors même qu'on pouvait les trouver ou les acclimater sur notre sol. Bien que cette campagne ait déjà donné d'heureux résultats il importe de la continuer; un livre comme celui que nous présentons ici ne peut que la favoriser puissamment. Il faut donc savoir gré à l'auteur et à l'éditeur de l'avoir si heureusement composé et si bien édité; leur heureuse initiative amènera certainement des adhérents à l'œuvre si utile que poursuit le Comité interministériel des Plantes médicinales.

A. B.

Le Gérant : M. Hédan.

Imprimerie P. et A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 18 — 66e ANNÉE — 22 SEPTEMBRE 1928

LA CONCENTRATION EN IONS HYDROGÈNE DES SOLUTIONS AQUEUSES

par A. BOUTARIC
Professeur à la Faculté des sciences de Dijon

Un grand nombre de propriétés des solutions dépendent étroitement de leur concentration en ions hydrogène, et la mesure de cette concentration se fait couramment dans les laboratoires scientifiques ou industriels. Elle intéresse les domaines les plus variés des sciences chimiques, biologiques, médicales. Aussi nous a-t-il paru intéressant d'exposer très brièvement les bases théoriques sur lesquelles repose cette nouvelle technique et les principes des méthodes expérimentales qu'elle met en œuvre.

I. — Solutions acides. Solutions basiques. Solutions neutres

Les définitions qu'on trouvait autrefois, dans les traités de chimie, de l'acidité, de la basicité, de la neutralité des solutions, étaient extrêmement vagues. Elles reposaient à peu près uniquement sur l'emploi des indicateurs colorés. Une solution était considérée comme neutre si elle laissait au tournesol sa teinte lie de vin, comme acide si elle lui communiquait une coloration rouge, comme basique si elle le faisait virer au bleu ; dans le cas des solutions acides ou basiques, le degré de la teinte rouge ou bleue renseignait sur la force de l'acide ou de la base utilisés.

Ces définitions étaient purement qualitatives et ne permettaient aucune traduction numérique. La théorie des ions, associée à la loi d'action des masses, conduit à une définition précise de l'acidité qui tend aujourd'hui à se répandre de plus en plus.

L'eau est un très mauvais conducteur, mais non pas un isolant parfait. Les valeurs que fournit la mesure de sa conductibilité électrique sont de plus en plus faibles à mesure que l'eau est plus pure, mais elles tendent vers une limite. Cette conductibilité limite peut s'interpréter par une ionisation de l'eau suivant l'équation :

$$H^2O \rightleftarrows H^+ + OH^- \qquad (1)$$

D'après la loi d'action des masses, il doit exister entre les concentrations de H+, de OH−, et de H^2O, exprimées en ions-grammes et molécules-grammes par litre, la relation :

$$\frac{[H^+]\,[OH^-]}{[H^2O]} = C \qquad (2)$$

[H+], [OH−], $[H^2O]$ représentant les concentrations respectives des ions H+ et OH− et de l'eau à l'état moléculaire, la constante C ne dépendant que de la température. Le nombre de ions H+ et OH− étant toujours extrêmement petit vis à vis du nombre des molécules H^2O, la concentration de ces molécules peut être considérée comme pratiquement constante. (Dans un litre, le nombre des molécules-grammes d'eau est toujours pratiquement égal à : $\frac{1000}{18} = 55{,}55$).

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

L'équation (2) peut s'écrire:

$$[H^+][OH^-] = C[H^2O] \qquad (3)$$

Le terme $[H^2O]$ étant pratiquement constant, le produit $C[H^2O]$ constitue une nouvelle constante, ne dépendant que de la température, que nous désignerons par Ke. D'où l'équation très importante :

$$[H^+][OH^-] = Ke \qquad (4)$$

Toutes les fois qu'au sein de l'eau les ions H+ et OH− sont en présence, quelle que soit leur origine, le produit de leurs concentrations satisfait à l'équation (4).

A la température de 23° C. la constante Ke a pour valeur le nombre très faible 10^{-14}.

Dans l'eau rigoureusement pure, donc parfaitement neutre, chaque molécule qui se dissocie donne un ion H+ et un ion OH−. Les concentrations en ions H+ et en ions OH− sont donc égales entre elles et ont chacune pour valeur 10^{-7}.

Si l'on se rappelle que les concentrations représentent les nombres d'ions ou de molécules par litre, on voit qu'il y a un ion gramme d'ions H+ et un ion gramme d'ions OH− pour 10 millions de litres d'eau. Sur ces 10 millions de litres d'eau, il y en a seulement 18 grammes qui sont dissociés et donnent par suite 1 gramme d'ions H+ et 17 grammes d'ions OH−.

La dissociation des acides donnant toujours naissance à des ions H+, la concentration de ces ions dans une solution acide aura une valeur supérieure à 10^{-7}. Corrélativement, en vertu de l'équation (4), le nombre des ions OH− sera plus faible.

La dissociation des bases donnant naissance à des ions OH−, la concentration de ces ions dans une solution basique sera supérieure à 10^{-7}; et celle des ions H+ inférieure à 10^{-7}.

La connaissance de la concentration en ions H+ d'une solution renseigne donc sur son acidité ou sa basicité. La solution sera :

neutre si la concentration des ions H+ est égale à 10^{-7} ;

acide si la concentration des ions H+ est supérieure à 10^{-7} ;

basique si la concentration des ions H+ est inférieure à 10^{-7}.

II. — Définition du coefficient p_H.

La concentration en ions H+ dans les solutions peut varier dans de très grandes limites. Ainsi dans une solution décinormale d'acide chlorhydrique, où l'on peut supposer l'acide totalement dissocié, le nombre d'ions grammes d'hydrogène par litre est d'environ $\frac{1}{10}$

$$[H+] = 10^{-1}$$

Prenons une solution décinormale de soude, qu'on peut aussi considérer comme complètement dissociée; la concentration des ions OH− est $\frac{1}{10}$

Comme le produit du nombre des ions H+ et du nombre des ions OH− est 10^{-14}, on voit que celui des ions H+ doit être 10^{-13}.

Ainsi, quand on passe d'une solution décinormale de soude à une solution décinormale d'acide chlorhydrique, la concentration des ions H+ varie de 10^{-13} à 10^{-1}.

Quand on neutralise la même solution décinormale de soude par une solution décinormale d'acide chlorhydrique, la solution neutre ainsi obtenue possède une concentration en ions H+ égale à 10^{-7}. Par la neutralisation, la concentration en ions H+ de la solution basique a crû de 10^{+13} à 10^{-7}, et celle de la solution acide a décru de 10^{-1} à 10^{-7}.

La concentration des ions H+ peut donc, au cours d'un même phénomène, varier dans des limites excessivement écartées qu'il serait impossible de représenter à la même échelle sur un graphique.

Afin de permettre la construction de tels graphiques, Sörensen a proposé de représenter l'acidité des solutions, non par la concentration même des ions H+, mais par la valeur changée de signe de la puissance de 10 qui représente cette concentration. Ainsi :

Une concentration	$[H^+] = 10^{-1}$	sera représentée par $p^H = 1$
—	$[H^+] = 10^{-2}$	— $p^H = 2$
	$[H^+] = 10^{-7}$	— $p^H = 7$
—	$[H^+] = 10^{-13}$	— $p^H = 13$

On donne souvent au coefficient p_H ainsi choisi pour représenter l'acidité le nom d'*exposant des ions hydrogène*.

On voit que l'exposant p_H représente la valeur changée de signe du logarithme vulgaire de la concentration en ions H+. Ainsi, par exemple, le logarithme de 10^{-7} est -7, et ce dernier nombre changé de signe fournit la valeur du coefficient p_H :

$$p_H = 7$$

D'une façon générale, on pourra donc poser :

$$p_H = -\log [H+]$$

Le tableau suivant indique la relation qui existe entre la concentration $[H+]$ des ions hydrogène et l'exposant p_H.

	$[H+]$		p_H	
Solution basique	inférieure à	10^{-7}	supérieur à	7
Solution neutre	égal à	10^{-7}	égal à	7
Solution acide	supérieure à	10^{-7}	inférieur à	7

Ainsi, et c'est là un point qu'il est important de retenir, on voit que l'exposant p_H, par lequel

on représente l'acidité d'un liquide, va en diminuant à mesure que cette acidité augmente, et qu'il croît lorsque cette acidité diminue. C'est là, à la vérité, un inconvénient de ce mode de notation, parce que nous avons coutume, pour représenter l'intensité d'un phénomène, d'adopter une valeur qui croisse avec cette intensité. Il suffit d'ailleurs, pour éviter toute erreur, d'avoir présente à l'esprit la définition de l'exposant p_H.

III. — Mesure électrométrique du coefficient p_H

Une lame de platine recouverte de noir de platine, plongée dans une atmosphère d'hydrogène, absorbe fortement ce gaz, et, du point de vue électrochimique, se comporte dans une solution aqueuse comme le fait une lame de métal plongée dans une solution d'un de ses sels. De là, le nom d'électrode à hydrogène sous lequel on la désigne.

On sait que, si deux électrodes A et B d'un métal plongent dans deux solutions inégalement concentrées d'un sel de ce métal, les deux solutions étant séparées par une cloison poreuse ou réunies par un siphon, il s'établit entre les deux électrodes une différence de potentiel, qui, d'après une formule bien connue due à Nernst, a pour valeur :

$$e = \frac{RT}{nF} \operatorname{Log}_e \frac{C_1}{C_2} \qquad (5)$$

C_1 et C_2 désignant les concentrations des ions du métal dans les deux solutions ($C_1 > C_2$), T la température absolue de la solution, R la constante des gaz parfaits égale à 8, 3 joules, n la valence de l'ion du métal considéré, F la quantité d'électricité appelée Faraday qui libère une valence-gramme dans l'électrolyse (96490 coulombs). Log_e étant le symbole des logarithmes népériens.

Remplaçons les coefficients par leur valeur numérique et introduisons les logarithmes vulgaires, la formule devient pour un ion monovalent :

$$e = 0{,}0001983_7 \, T \log_{10} \frac{C_1}{C_2} \qquad (6)$$

Considérons deux solutions, l'une de concentration normale en ions H+ ($C_1 = 1$), l'autre de concentration quelconque ($C^2 = [H+]$), reliées entre elles par un siphon ou séparées par une cloison poreuse, dans lesquelles plongent deux électrodes à hydrogène. Entre ces électrodes s'établit une différence de potentiel :

$$e = 0{,}0001983_7 \, T \log_{10} \frac{1}{[H+]}$$

$$= 0{,}0001983_7 \, T. \, p_H \qquad (7)$$

$$\text{d'où } p_H = \frac{e}{0{,}0001983_7 \, T.} \qquad (8)$$

Si l'on connaît T, la mesure de e permet de calculer p_H.

La mesure apparaît comme théoriquement très simple. Malheureusement, comme il serait difficile, sinon impossible, de réaliser une solution étalon normale en ions hydrogène, il a fallu chercher une autre solution étalon qu'on pût prendre comme terme de comparaison. On remplace dans les mesures l'électrode plongeant dans une solution normale en ions H+, par une électrode au calomel étalonnée une fois pour toutes.

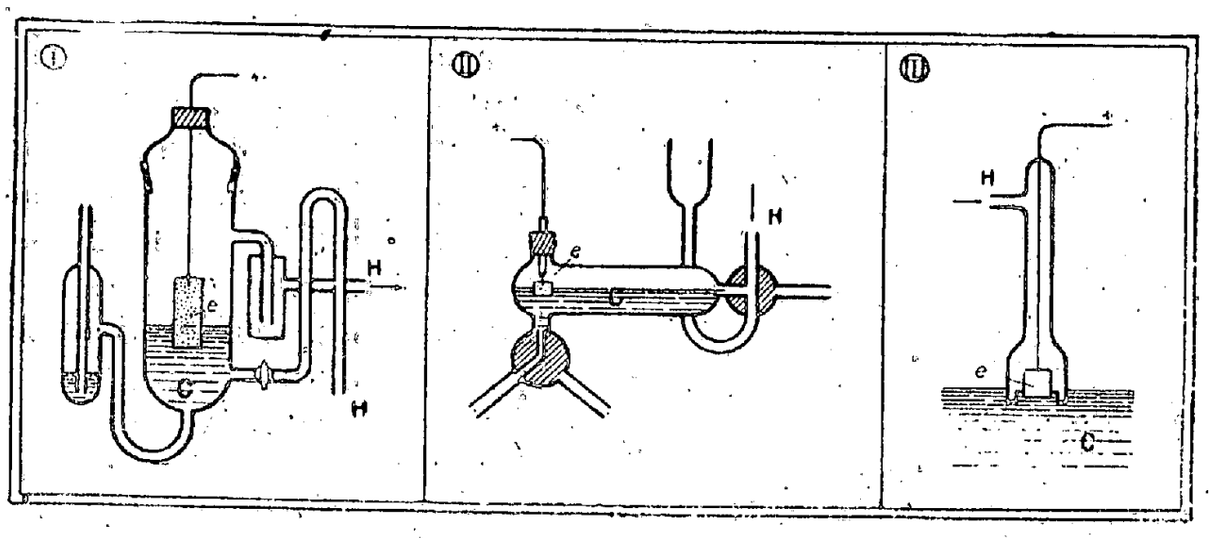


Fig. 247. — Différents types d'électrodes à hydrogène. I, Sorensen ; II, Clark à secousses ; III, Hildebrand. *e*, électrode ; C, liquide ; H, courant d hydrogène.

Considérons le tableau :

Electrode au calomel
E
Electrode d'hydrogène normal — E
e
Electrode d'hydrogène X

où E_0, E, e, représentent les différences de potentiel entre les éléments indiqués sur le tableau.

On a :

$$E = E_0 + e$$

d'où :

$$e = E - E_0$$

E est la différence de potentiel qu'on mesure expérimentalement entre l'électrode plongeant dans la solution et l'électrode au calomel ; E_0 est la différence de potentiel déterminée une fois pour toutes entre l'électrode au calomel et

l'électrode normale en ions H+; e est la différence de potentiel cherchée entre l'électrode plongeant dans la solution et l'électrode normale. On a donc, en remplaçant e par sa valeur dans l'équation 8) :

$$p_H = \frac{E - E_0}{0{,}00019837\ T}. \qquad (9)$$

L'électrode à hyrogène est constituée par une lame de platine recouverte de noir de platine et plongeant, partie dans le liquide à étudier, partie dans l'atmosphère d'hydrogène qui le surmonte. L'agitation du liquide favorise l'établissement de l'équilibre.

Le vase dans lequel plonge l'électrode à hydrogène est constitué en principe par une ampoule possédant une entrée et une sortie d'hydrogène avec fermetures hermétiques, et munie

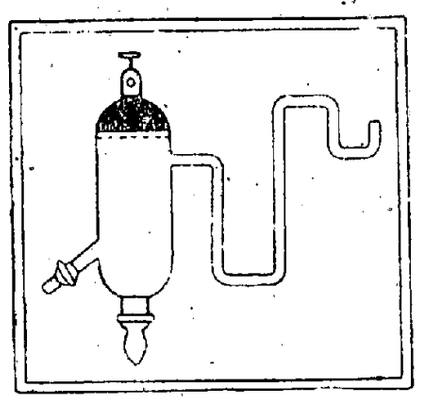


Fig. 248. — Electrode au Calomel.

d'un siphon permettant d'établir la liaison de l'électrode à hydrogène avec l'électrode au calomel. Un grand nombre de modèles ont été proposés dont la forme varie suivant le but des recherches. La figure 247 représente quelques types de ces vases, ceux de Sörensen, Clark, Hildebrand. Certains modèles, notamment le modèle de Clark, sont munis de dispositifs permettant une agitation régulière de l'électrode qui favorise l'absorption de l'hydrogène et accroît la rapidité des mesures.

L'électrode au calomel est constituée essentiellement par du mercure surmonté d'une couche de calomel et d'une solution de chlorure de potassium décinormale ou saturée.

Le vase en verre (fig. 248) comporte un siphon qui, par l'intermédiaire d'une solution de chlorure de potassium saturée, assure la liaison avec l'électrode à hydrogène. L'ouverture supérieure, fermée par un bouchon soigneusement rodé, sert au remplissage. Un tube, situé sur le côté et muni d'un robinet, permet de purger le siphon ; enfin, à la partie inférieure, une borne communique avec le mercure de l'électrode par l'intermédiaire d'un fil de platine.

Les deux électrodes étant reliées par l'intermédiaire d'une solution saturée de chlorure de potassium, il faut mesurer, à une fraction de millivolt près, la différence de potentiel E qui existe entre les extrémités. C'est ce qu'on réalise par la méthode classique dite d'opposition, comportant l'emploi d'un potentiomètre et d'une pile étalon.

IV. — Mesure colorimétrique du coefficient *p*H

Cette mesure repose sur l'emploi de mélanges régulateurs ou tampons d'une part, d'indicateurs colorés d'autre part.

Mélanges régulateurs ou tampons. — Si à un volume d'une solution acide donnée, on ajoute des quantités croissantes d'une solution alcaline titrée, et qu'on représente la variation de *p*H en fonction de ce volume *v*, on obtient des courbes de neutralisation dont la forme varie avec la force de l'acide (fig. 249).

Mais toutes ces courbes présentent :

1° Une partie presque rectiligne et verticale pour un volume de la solution alcaline contenant une quantité de base exactement équivalente à la quantité d'acide de la solution à doser. Sur la fig. 249, qui représente la neutralisation de 100 centimètres cubes d'une solution décinormale d'acide, la montée brusque se produit lorsqu'on a ajouté 100 centimètres cubes de la solution décinormale de soude.

2° Deux parties très peu inclinées sur l'axe des abscisses où le coefficient *p*H varie très lentement lorsque varie la quantité de base ajoutée. Sur ces deux parties, les quantités de base ajoutées sont, ou inférieures à celles qui nécessiterait la neutralisation (parties A B et A' B'), ou supérieures (parties C D et C' D').

Dans le premier cas, tout se passe comme si

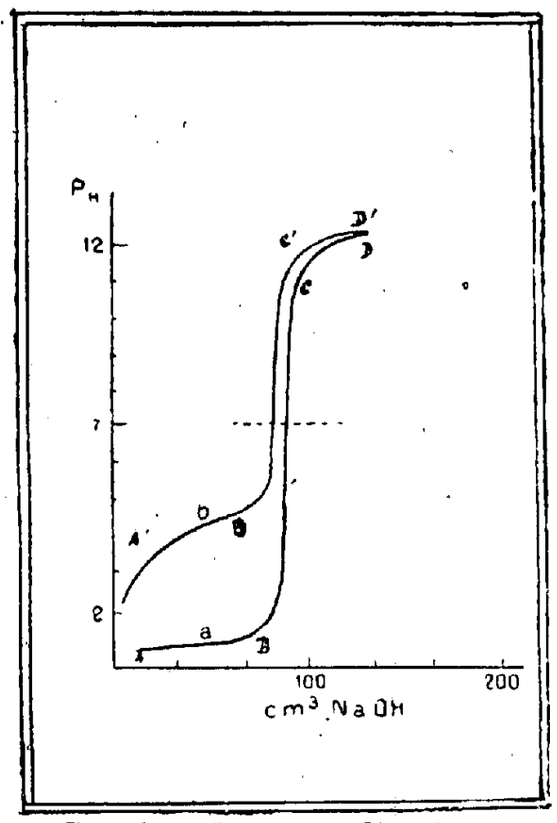


Fig. 249. — Courbes de neutralisation par la soude :
1° de l'acide chlorhydrique (courbe A)
2° de l'acide acétique (courbe B)

le mélange contenait un sel en présence d'un excès de l'acide qui lui donne naissance, et dans le second, un sel en présence d'un excès de la base qui lui donne naissance.

Les mélanges d'un acide et d'un sel de l'acide, ou d'une base et d'un sel de la base, pré-

sentent des propriétés fort intéressantes pour les applications :

1° En faisant varier les proportions d'un acide donné et d'un de ses sels, ou d'une base donnée et d'un de ses sels, on peut faire varier, quoique dans des limites peu étendues, la valeur du p_H; mais en changeant la nature de l'acide, de la base ou du sel en présence, on peut faire varier dans de grandes limites la valeur moyenne du *p*H susceptible d'être réalisé. Ainsi donc, en mélangeant dans des proportions convenables, soit un sel et un acide, soit un sel et une base convenablement choisis, on peut obtenir telle valeur du *p*H que l'on désire.

2° Lorsqu'on les dilue, le *p*H conserve la même valeur, ce qui n'a pas lieu lorsqu'on dilue une solution acide ou basique quelconque.

3° Lorsqu'on leur ajoute de faibles quantités d'un acide ou d'une base, la valeur du *p*H ne varie que très faiblement, propriété qui leur a valu leur nom de *mélanges régulateurs ou tampons*. Aussi les mélanges d'un acide faible avec son sel alcalin, ou d'une base faible avec son sel d'un acide fort, permettent-ils de préparer et de garantir des solutions d'une concentration donnée en ions hydrogène.

On peut d'ailleurs communiquer à une solution donnée un *p*H déterminé en lui ajoutant tout simplement un mélange tampon ayant précisément le *p*H en question. Cependant, il est nécessaire de vérifier, par une mesure directe, que la concentration des ions hydrogène a bien la valeur qu'on se proposait de réaliser, car le pouvoir régulateur d'un tampon n'est pas illimité.

Indicateurs colorés. — Si, dans une solution d'acide chlorhydrique additionnée de quelques gouttes de méthylorange, on ajoute des quantités croissantes de soude, on voit la teinte passer du rouge au jaune dès que la quantité de soude ajoutée est celle nécessaire à la formation du chlorure de sodium. En réalité, le virage n'est pas brusque et on peut saisir, avec quelque attention, une série de teintes de passage. Sörensen a montré que chacune de ces teintes correspond à une valeur déterminée du *p*H L'intervalle de virage comprend souvent plusieurs unités de *p*H.

Les indicateurs sont, selon Ostwald, des acides faibles ou des bases faibles dont la molécule non dissociée a une couleur différente de celle de ses ions. Ainsi, la phtaléine du phénol est un acide faible dont la molécule $H\mathfrak{J}$ est incolore et l'ion $\mathfrak{J}$ rose rouge.

Dans une solution acide, la dissociation de $H\mathfrak{J}$ est nulle et la solution est incolore. Quand, par addition de soude à la solution, on a neutralisé tout l'acide qu'elle contenait, le moindre excès de soude donne le sel $Na\mathfrak{J}$, qui est fortement dissocié et renferme des ions $\mathfrak{J}$: la solution est colorée en rouge. Parfois, comme dans le tournesol, l'acide non dissocié $H\mathfrak{J}$ et l'ion $\mathfrak{J}$ sont tous deux colorés, mais possèdent des couleurs nettement différentes.

Un très grand nombre de substances ont été proposées comme indicateurs et leur nombre s'accroît tous les jours. Les plus anciennement utilisées sont d'origine naturelle (tournesol, alizarine, cochenille, etc.) ; les plus récentes sont des produits chimiques de synthèse appartenant aux groupes les plus divers.

*Détermination du p*H *par la méthode colorimétrique.* — 1. On peut obtenir rapidement une valeur approchée du *p*H d'une solution au moyen d'indicateurs présentant plusieurs points de virage, ou de mélanges d'indicateurs. Les indicateurs polychromes ne sont pas nombreux. On peut citer le rouge neutre qui présente des teintes variées suivant la concentration en ions hydrogène.

Un grand nombre de mélanges d'indicateurs ont été proposés. Actuellement, l'un des plus commodes semble être l'indicateur universel B. D. H., qui présente une gamme de virage s'étendant de *p*H = 3 à *p*H = 11 dans l'ordre des couleurs du spectre.

3	rouge.
4	rouge foncé.
5	rouge orangé.
5,5	orange.
6	jaune orange.
6,5	jaune.
7,5	jaune verdâtre.
8	vert.
8,5	vert bleuâtre.
9	bleu verdâtre.
9,5	bleu.
10	violet.
10,5	violet rouge.
11	violet rouge foncé.

Mais ces mélanges ne peuvent servir qu'en première approximation, afin de guider le choix de l'indicateur utilisable pour une déterminanation plus précise.

2. Pour déterminer le *p*H d'une solution, on ajoute à cette dernière un indicateur approprié, puis on recherche parmi les solutions tampons que l'on possède celle qui, additionnée de la même quantité d'indicateur et vue sous la même épaisseur, présente la même teinte. La solution étudiée doit s'insérer entre deux solutions tampons d'une série dont les divers éléments ont des *p*H qui diffèrent environ de 0,2.

On peut ensuite obtenir des mesures plus précises en comparant la teinte que prend l'indicateur dans la solution à étudier et dans des solutions tampons ayant des coefficients *p*H connus, s'échelonnant au voisinage de la valeur à déterminer.

V. — Comparaison entre la méthode électrométrique et la méthode colorimétrique.

La méthode colorimétrique permet d'obtenir rapidement des résultats très suffisants dans un grand nombre de cas. Aussi jouit-elle d'une grande faveur dans certains laboratoires biologiques, cliniques ou industriels. Cependant, il ne faudrait pas se faire d'illusion sur sa simplicité. Elle ne peut fournir des résultats ayant quelque valeur que si l'on prend de minutieuses précautions dans la préparation et le maniement des indicateurs. Encore certains facteurs : présence de sels ou de protéines, variations de température, etc., peuvent-ils influencer les résultats.

La méthode électrométrique est d'une technique plus délicate. Elle nécessite l'emploi d'un appareillage assez compliqué et assez coûteux. Mais elle ne présente aucune difficulté véritable. Elle offre l'avantage d'être plus précise et de renseigner l'opérateur sur une faute de technique par l'impossibilité dans laquelle il se trouve alors de faire une mesure. Aussi est-ce la méthode de référence dans les cas litigieux.

LES ALIÉNÉS DE LA RÉVOLUTION DANS L'ŒUVRE DE PINEL ET DE SES ELÈVES (1)

par M, LAIGNEL-LAVASTINE

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

et Jean VINCHON

« L'influence de nos malheurs « politiques a été si constante que « je pourrais donner l'histoire de « notre révolution depuis la prise « de la Bastille jusqu'à la dernière « apparition de Bonaparte par celle « de quelques aliénés, dont la folie « se rattache aux événements qui « ont signalé cette longue période « de notre histoire. »

ESQUIROL.

Les ouvrages des médecins anciens sont rarement utilisés comme sources historiques. Il nous a paru, au cours de nos recherches sur l'Histoire de la médecine, que les anciennes observations des maîtres de notre art, à la Renaissance, au XVII^e^ et au XVIII^e^ siècles, pouvaient apporter des documents intéressants pour l'étude du passé. Sans doute avons-nous rarement l'occasion de rencontrer dans les observations « le cas » d'un homme illustre, mais la foule qui l'encadre y revit, avec ses sentiments et ses pensées. La connaissance de celle-ci n'est pas indispensable pour qui veut comprendre notre Révolution. La valeur de cette source peut être critiquée. Le secret professionnel, déjà inviolable quand Pinel et Esquirol écrivaient, les obligeait à remplacer les noms par des initiales ; la réputation des asiles d'aliénés, où subsistaient, malgré Pinel, les souvenirs des anciennes méthodes de contention, éloignait d'eux les déséquilibrés et les psychopathes qui pouvaient être traités dans les familles ; les renseignements sur tel personnage abandonné par les siens et isolé par la tourmente révolutionnaire étaient souvent incomplets ; enfin, on peut suspecter l'esprit de parti chez les observateurs qui ne pouvaient rester étrangers aux mouvements d'opinion de leur époque.

Cette dernière objection est la moins solide. Pinel, Esquirol écrivent et pensent en esprits indépendants, parfaitement capables de juger même leurs amis politiques. Pinel, républicain et libéral, puis médecin de l'Empereur, ne subit pas comme tant d'autres le prestige du maître jusqu'à oublier sa dignité avec les enthousiasmes de sa jeunesse. Esquirol, malgré sa situation officielle sous la Restauration, sait critiquer les fanatismes religieux et politiques dans lesquels il retrouve des facteurs de folie.

Cette foule d'aliénés anonymes montre, comme dans un miroir grossissant, les passions et les forces obscures qui entraînent les hommes au cours d'une révolution, malgré leurs premiers desseins. La plupart des terroristes n'ont-ils pas été d'abord des monarchistes constitutionnels ?

Le psychiâtre, au-delà de l'apparence des délires dont il lit la description, voit les symptômes de la maladie mentale sous-jacente. L'historien n'a que faire de cette dernière, mais il ne lui est pas indifférent de constater les formes de ces délires ou de ces états psychopathiques et leurs rapports avec la psychologie collective de l'époque qu'il étudie.

(1) Travail inédit communiqué au VI^e^ Congrès international des sciences historiques, tenu à Oslo, le 15 août 1928.

En parcourant le livre de Pinel, nous sommes d'abord frappés par un premier fait, la rareté relative de la folie, à la suite des chocs émotifs qui devaient être pourtant fréquents, de 1789 à 1795. « Ce sont *quelquefois* les événements les plus cruels qui mènent au désespoir et à l'aliénation », dit Pinel, et il cite le cas d'une jeune Vendéenne qui a perdu la raison après avoir assisté au massacre de ses frères et de ses parents (1), celui d'une autre femme tombée dans la mélancolie pour avoir entendu sonner le tocsin à la fin de ses couches pendant la première année de la Révolution, celui d'un jeune homme devenu dément après avoir été témoin de la mort violente de son père. Deux autres malades de ce groupe le sont devenus, l'un après une émotion subite, l'autre après une joie non moins vive.

Le premier, doué d'un patriotisme ardent mais peu éclairé, était un admirateur passionné de Danton. Il se trouvait présent à la séance de la Convention où fut prononcé le décret d'accusation contre ce député. Il rentra chez lui, désespéré, s'enferma, ne cessant de répéter : « Comment ? Danton, un traître ? On ne peut plus se fier à personne, et la République est perdue. » La folie débuta par la perte de l'appétit et du sommeil. Le traitement de l'Hôtel-Dieu, où l'on soignait ces malades avant de les interner, n'apporta aucune amélioration à son mal. Cet homme fut interné à Bicêtre, où Pinel le suivit. Il se livrait « à une sorte de rêvasserie douce, à un babil continu et non interrompu, à des propos les plus disparates ; il parlait tour à tour de sabres, de vaisseaux démâtés, de vertes prairies, de sa femme, de son chapeau, etc. ; il ne songeait à manger que lorsqu'on mettait ses aliments dans sa bouche et il était absolument réduit à une existence automatique. » (2).

L'autre sujet, un artilleur, proposa, au cours de l'an II, au Comité de salut public, un projet de canon. Le comité en ordonna l'essai à Meudon, et Robespierre écrivit à cet inventeur une lettre si encourageante que celui-ci resta comme immobile à cette lecture et fut envoyé à Bicêtre dans un état complet d'idiotisme. A la même époque arrivèrent à l'hospice deux frères ; l'un d'eux avait vu tuer un troisième frère à ses côtés et était devenu fou, l'autre, apprenant en même temps la mort de l'un et l'aliénation de l'autre, était tombé dans une stupeur complète (3).

A côté de ces troubles psychiques, produits par l'émotion-choc, bien plus nombreux sont les exemples de folie, conséquences d'émotions répétées pendant un temps plus ou moins long, ou de la crainte dans laquelle vivaient chaque jour certains individus, compromis ou non par leur situation sous l'ancien régime.

L'intendant d'un grand seigneur, après avoir perdu sa fortune, passe plusieurs mois dans les prisons, toujours livré aux frayeurs d'être conduit au supplice ; sa raison s'égare ; il est transféré comme aliéné à Bicêtre, où il finit par se croire roi de France. Un homme faible tient quelques propos inconsidérés durant l'an II, il est regardé comme un royaliste et suspect: l'angoisse lui enlève le sommeil, le condamne à l'inaction. Pendant son internement à Bicêtre, il vit continuellement dans la crainte d'une mort prochaine, cherche à provoquer l'exécution d'un prétendu décret lancé contre lui et persiste dans ses convictions délirantes malgré tous les essais de traitement (1).

Un autre aliéné ne présente pas d'autres symptômes de maladie mentale que de se croire victime de la Terreur de l'an II (2). Il répète nuit et jour qu'il est prêt à subir son sort. Il refuse de se coucher dans son lit et reste étendu sur le pavé humide. Il repousse tout aliment malgré exhortations, prières et menaces et tombe bientôt dans un état de maigreur squelettique. Pourtant il guérit. Un autre délire analogue éclata chez un ouvrier au lendemain de la condamnation de Louis XVI (3).

A l'étranger comme en France, la légende sinistre de la guillotine se développe, augmentant encore le nombre des exécutions, des verdicts implacables du tribunal révolutionnaire. Deux prisonniers de guerre autrichiens se croient destinés après leur capture à la mort par le couperet. Ils deviennent mélancoliques, dépérissent et meurent (4).

La Terreur a créé et entretenu de véritables délires qui évoluent autour de la crainte de la guillotine. Cette crainte a pourtant eu des conséquences limitées, au moins au point de vue psychiâtrique, car elle n'a abouti à la folie que dans un nombre limité de cas.

Les changements de situation, la ruine des fortunes ont la même valeur comme cause de maladies mentales que la crainte de la guillotine, dans l'œuvre de Pinel. Toutes ces causes s'assemblent d'ailleurs souvent leur action, comme dans l'observation de l'intendant. La richesse trop rapidement acquise paie de son côté son tribut Le « passage rapide d'une vie très active à un état habituel d'oisiveté peut amener des symptômes variés physiques ou moraux suivant une foule de circonstances accessoires (5). » La trop grande estime de soi-

(1) PINEL. L'aliénation mentale. Paris. 1809. pp. 30 et 113.
(2) PINEL, page 177.
(3) PINEL, pp. 184-185.

(1) PINEL, page 166.
(2) PINEL, page 257.
(3) PINEL, page 349.
(4) PINEL, page 349.
(5) PINEL, page 33.

même entretient chez ces « nouveaux riches » un orgueil exalté, dangereux pour l'intégrité de leur raison.

Un homme perd sa fortune en donnant à des émigrés les moyens de s'expatrier. (1) Sa femme en conçoit un chagrin des plus vifs. Elle change de caractère ; de douce et modeste devient ure et brutale; d'économe, gaspilleuse du peu d'argent qui lui reste; elle quitte pendant plusieurs reprise un foyer auquel jusque là elle était demeurée attachée. Ce sont les prodromes d'un délire furieux, au cours duquel elle perd jusqu'au sentiment de son existence.

Un jeune homme de 22 ans, ruiné par la Révolution, « s'exagère les maux de l'avenir, tombe dans une tristesse profonde, perd le sommeil et est saisi tout à coup d'une fureur maniaque des plus violentes ». Il se croit général autrichien, donne des ordres et gourmande ses gardiens qui ne lui obéissent pas. Il finit par guérir. (2)

Une dame, autrefois riche et tombée dans la misère à 45 ans, se croit poursuivie par un esprit qui l'observe, pénètre à volonté toutes les parties de son corps, lui parle et partage souvent son lit avec elle (3). Le délire, de plus en plus actif, aboutit à l'incurabilité.

Esquirol rapporte de son côté plusieurs cas de folie après la perte d'une fortune importante dont celle d'une dame, contrainte à tenir une pension à la suite de ses revers et qui devient amoureuse, puis « monomaniaque érotique », ayant concentré toutes ses affections sur un étudiant en médecine habitué de sa maison (4).

Ces « anciens riches », dit Pinel, sont très difficiles à traiter à cause du souvenir de leur fortune qui ne les quitte pas. Ce souvenir les conduit à des délires de grandeur, au cours desquels ils disposent à nouveau de pouvoirs considérables et de millions à dépenser. Ils n'obéissent qu'à la force, en conservant toujours leur hauteur naturelle et l'inflexibilité de leur caractère. Ils sont dissimulés à l'occasion et toujours méprisants pour leurs semblables (5).

La société des dernières années de l'ancien régime passe pour avoir été indifférente en matière religieuse. Cette indifférence était limitée en réalité au beau monde qui fréquentait philosophes et encyclopédistes. Le recueil des notes journalières de Pinel témoigne même de véritables crises d'exaltation religieuse pendant la Révolution (6).

Les conséquences du serment du clergé, les mariages et les baptêmes républicains, le relâchement des pratiques pendant la Terreur sont souvent l'occasion de folies à forme religieuse. Les remords angoissants apparaissent après des confessions à des prêtres assermentés, après des années sans communion ni assistance à la messe, ou au lendemain de ces cérémonies laïques. Parfois un abbé, qui a refusé le serment, reproche à ses ouailles cet abandon aux idées nouvelles. Une autre fois un aventurier exploite une malheureuse fille, ruinée et isolée de sa famille, puis réfugiée dans un mysticisme ardent (1). Cet escroc associe sa victime à la secte des illuminés, et, à l'aide de certaines cérémonies occultes, finit par lui persuader qu'ils sont unis par le mariage. A partir de ce moment commence une série d'aventures qui rappellent celles de la victime de cet individu qui se fait passer, sous la Restauration, pour Mlle Savalette de Langes (2).

Les démoniaques ne manquent pas dans l'Hospice de Bicêtre. Une femme voit partout l'intervention du démon, dans une représentation de marionnettes et dans les meubles nouveaux qu'on lui apporte. Une autre explique par la sorcellerie tout ce qu'elle voit ou entend (3). L'an XII, un maçon de Nancy devient lycanthrope pendant dix-huit jours jusqu'à ce que ce délire disparaisse après un accès de fièvre (4). Des mélancoliques se croient victimes d'esprits invisibles. Une femme de vingt-cinq ans, d'une forte constitution, mariée à un homme d'une santé précaire, s'imagine qu'un sortilège, œuvre d'un mendiant, l'a livrée au démon. Son curé, « homme d'un caractère doux et persuasif », la guérit, mais un moine superstitieux, par ses exorcismes maladroits, fait de nouveau d'elle une malade (5). Un aliéné, tourmenté par les démons, se jette sur les visiteurs qu'il prend pour ceux-ci. Un autre passe ses nuits au milieu des combats des bons et des mauvais esprits. Une dame de vingt-sept ans erre à la recherche des prêtres susceptibles de la délivrer du démon qui la possède, parce qu'elle se sent poussée à commettre des actes contraires à ses tendances antérieures (6).

La « mélancolie dévote », comme disait alors Pinel, présente dans son recueil toutes les variétés avec leurs symptômes parfois étranges. Elle comprend toutes les formes de démonopathie, tous les délires mystiques. A côté des possédés, voici des visionnaires (7). L'une assiste à la des-

(1) PINEL, page 121.
(2) PINEL, page 325.
(3) PINEL, page 482.
(4) ESQUIROL. *Maladies mentales*. Paris, Baillière, 1838, tome II, page 44.
(5) PINEL, page 491.
(6) PINEL, page 265.

(1) PINEL, page 43.
(2) C. LENÔTRE. *Vieilles maisons. Vieux papiers*. Paris Perrin, 1906, 1re série, p. 91 et suivantes.
(3) PINEL, pages 85-86.
(4) PINEL, page 114 (note).
(5) PINEL, page 116-118.
(6) PINEL, page 150.
(7) PINEL, page 108.

cente de la Sainte-Vierge dans sa loge, sous l'apparence de langues de feu ; cette autre à la procession dans les airs de la Cour céleste. Elle entend des cantiques et sa vision lui semble si réelle qu'elle veut suivre le cortège.

Des confréries mystérieuses entretiennent l'exaltation chez quelques-uns de ces déséquilibrés, avant l'internement et entraînent leurs adeptes aux ravissements et aux extases. Pinel déplore le nombre de ces victimes du fanatisme religieux entassées dans l'hospice et cherche à les guérir par toutes sortes de moyens physiques et moraux. Il conseille entr'autres de leur enlever les livres de dévotion, les croix, les reliques, qui entretiennent leur délire et qui subsistent en cachette, bien qu'en l'an III les administrateurs des hospices civils aient cru devoir faire disparaître tous les objets du culte (1).

Pinel note l'obstination et le fond d'orgueil de ces sujets, la contagion de leur délire, le rôle du merveilleux dans leur genèse ou leur guérison. Il assiste à une véritable épidémie, contenue, il est vrai, par la rude main des terroristes, mais dont l'existence est prouvée par le nombre de ses observations et de ses considérations générales.

Trente ans plus tard, Esquirol constatait la rareté des folies religieuses (2), que la persécution entretient bien plus qu'elle ne les fait disparaître.

A côté du « fanatisme religieux », le « fanatisme politique » fait de nombreuses victimes parmi les déséquilibrés, Le culte passionné pour Robespierre, pour Danton trouve un écho à Bicêtre, où sont enfermés côté à côté deux partisans trop ardents de ces personnages. La mort du roi est l'occasion de quelques débuts de monomanie, comme plus tard celle du duc d'Enghien et le procès du général Moreau (3). Les déceptions, qui suivent le 9 thermidor, troublent l'esprit de personnages qui avaient mis leur foi dans la Convention. L'un d'eux, ancien ambassadeur, est atteint de manie parce que sa position est devenue moins brillante (4). Théroigne de Méricourt, d'abord instrument des modérés, puis des clubs les plus avancés, sombre dans la démence et ne trouve une heure de lucidité que lors de la visite d'un ancien jacobin notoire (5). Quelques-uns de ces « fanatiques » se suicident ; d'autres se livrent aux excès de conduite qui les mènent à Bicêtre.

Parmi les délires politiques, un des plus curieux est celui des « faux-dauphins du type Naundorff ». Ceux-ci sont assez nombreux à côté d'autres aliénés, qui, au lendemain du 21 janvier, se proclament de nouveaux Louis XVI. En 1795, trois de ces derniers vivent ensemble à Bicêtre (1) et le surveillant, le citoyen Pussier, doit se livrer à des prodiges de diplomatie pour qu'ils cessent de se disputer leurs droits à la couronne. A la Salpêtrière, une femme ruinée croit être la petite fille de Louis XVI et comme telle être appelée aussi à régner. Elle dispose en imagination des deniers publics et les distribue. Elle commande à l'armée, reçoit les visiteurs d'un air noble, considère ses compagnes comme des marquises et des duchesses de sa suite (2). Ces faux-dauphins deviennent bien plus nombreux sous la Restauration. Esquirol en observe plusieurs en 1818 (3) de même qu'en 1835 (4) il retrouve chez un de ces malades des traces du culte pasionné de Robespierre, dont cet aliéné mêle le souvenir à celui de Napoléon. Esquirol considère le « fanatisme politique » comme une sorte de dérivation des maladies mentales et écrit à ce sujet: « Tous les médecins ont observé que pendant qu'il (le fanatisme politique) s'appesantissait sur notre patrie, il y avait moins de maux de nerfs et moins de folies. » (5)

Les guerres amènent aussi un certain nombre de sujets à l'hospice, mais elles interviennent comme cause de folie bien moins souvent que la terreur et l'exaltation religieuse ou politique. Pinel note pour la première fois qu'une retraite anticipée, survenant brusquement après la fatigue des campagnes, peut être le début de troubles mentaux chez un ancien officier de cavalerie (6). Nous avons vu des cas où intervenait une émotion brusque, par exemple la mort d'un frère pendant une bataille. La guerre civile, plus impressionnante que la guerre étrangère, est aussi plus qu'elle une cause de folie. Enfin, si la Révolution fournit des thèmes faciles à l'éloquence de certains aliénés excités (7), elle en laisse d'autres indifférents, comme cet horloger, qui poursuivait, sans s'occuper des événements, la solution du problème du mouvement perpétuel (8).

L'an III, Pinel fit un recensement des aliénés de Bicêtre et des causes de leur maladie. « Sur 113 aliénés sur lesquels j'ai pu obtenir des informations exactes, trente-quatre avaient été réduits à cet état par des chagrins domestiques, vingt-quatre par des obstacles mis à un mariage fortement désiré, trente par des évènements de

(1) Pinel. Recherches et observations sur le traitement moral des aliénés. Mémoires de la Soc. d'Emulation de Paris, p. 22.
(2) Esquirol. Tome I, p. 60.
(3) Esquirol. Tome I., page 402.
(4) Esquirol. Tome I, page 433.
(5) Esquirol. Tome I, page 445.

(1) Pinel. *Traitement moral*. An VII, page 53.
(2) Pinel. *Traité*, page 109.
(3) Esquirol. Tome II, page 60.
(4) Esquirol. Tome II, page 111.
(5) Esquirol. Tome II, page 727.
(6) Pinel. *Traité*, page 33.
(7) Pinel, page 110.
(8) Pinel. *Traitement moral*, page 15.

la Révolution, vingt-cinq par un zèle fanatique où les terreurs de l'autre vie ». L'ébranlement des foyers familiaux, l'amour, la superstition avaient conduit deux fois plus de malades à l'asile que la Révolution. Mais les premières causes n'étaient-elles pas une conséquence de celle-ci ? La conclusion du *Traité de l'aliénation mentale* est que la médecine concourt « puissament au retour d'une saine morale en faisant l'histoire des maux qui résultent de son oubli ». Mais là encore, Pinel n'accorde pas une place prépondérante à la Révolution.

Son élève, Esquirol, écrivant sous la Restauration, puis sous la Monarchie de juillet, débute en développant la conclusion de Pinel dans les premières pages de son livre « *Des maladies mentales* ». Pour cet auteur, qui n'avait pas comme son maître, fait la haie en uniforme de garde national le jour du supplice de Louis XVI, les idées de réforme et de liberte ont égaré bien des têtes en France (1). Le gouvernement républicain ou représentatif, en mettant en jeu plus de passions, doit, toutes choses égales d'ailleurs, être le plus favorable à la production de la folie (2). Mais Esquirol observe aussi que « depuis plus de trente ans, les changements qui se sont opérés dans nos mœurs, en France, ont produit plus de folies que nos tourments politiques ». Une éducation vicieuse aggrave chaque jour des mœurs médiocres. L'ambition chez les hommes, la coquetterie chez la femme poussent les uns et les autres à sortir de leur condition. De là la multiplication, en 1838, des maladies nerveuses et de la folie.

Mais si la Révolution n'a été une cause immédiate de folie que dans un nombre de cas limités, dans la suite, sous l'Empire et jusque sous la Restauration elle a continué ses ravages. Esquirol pense « que presque tous ceux qui avaient échappé à la faulx révolutionnaire ont été frappés par l'aliénation mentale » (3), et plus loin il cite l'observation d'un malade qui revit les émotions de la Terreur après le départ de son fils en 1815, puis en 1820 après un incendie. Les séquelles des chocs émotifs de la Révolution et la transformation progressive des mœurs, qui marque une différence si complète avec l'ancien régime, expliquent l'accroissement du nombre des aliénés qui n'a plus cessé jusqu'à nos jours. De 1789 à 1813 ce nombre avait doublé à Paris — il était passé d'un millier environ, au moment de la prise de la Bastille, à deux mille à la fin de l'Empire. Sans doute les malades étaient-ils plus facilement amenés par les familles dans des établissements où ils étaient mieux soignés et parfois guéris. Cette cause d'accroissement de la population des asiles ramène, pour Esquirol, à leur valeur exacte des chiffres qu'il ne faut pas attribuer uniquement aux autres causes.

La description des délires des aliénés de la Révolution nous apporte des documents qui vont nous faire pérétrer plus avant dans la psychologie des hommes de ce temps. Sous le bouillonnement des passions politiques, des sentiments plus profonds agitent le cœur des contemporains de la Terreur. L'historien en retrouve des témoignages ça et là dans les petits groupes d'illuminés et dans ce déisme de Robespierre auquel ces groupes n'étaient peut-être pas tellement étrangers, comme en témoigne l'histoire de la Mère de Dieu. Quelques-uns de ces groupes d'illuminés continuaient en 1791 les réunions des convulsionnaires (1). D'autres s'inspiraient d'un mélange des systèmes théologique et maçonnique (2). Le psychiâtre à son tour retrouve un mysticisme comparable à celui qui animait ces groupes dans les délires des démoniaques et des visionnaires très nombreux à cette époque.

Il assiste aussi à l'évolution de certaines croyances, comme la croyance à la survivance d'un Dauphin, qui apparaît très tôt dans les délires des aliénés internés et semble éclore presque spontanément, alors que dans les histoires moins manifestement délirantes, elle demande plus de temps pour se propager.

Il apprend enfin que les révolutions agissent surtout sur les esprits et les poussent en bouleversant les mœurs. Dans leurs périodes héroïques ou sanglantes, elles sont relativement moins nocives au point de vue médical.

Si une pareille étude apporte peu de documents sur les faits, par contre elle offre une contribution importante à la philosophie de l'histoire, en découvrant dans la folie l'empreinte de la psychologie collective, qui impose sa forme à la vie affective de chaque contemporain.

(1) ESQUIROL. Tome I, page 43.
(2) ESQUIROL. Tome I, page 52.
(3) ESQUIROL. Tome I, page 54.

(1) *Journal de Sœur Brigitte Jacobée.* Manuscrit inédit.
(2) Essai sur la Secte des illuminés. Paris 1789.

LA TECHNIQUE DU CARGO-BOAT

par Louis BASSO

Ingénieur civil des Constructions navales

L'évolution du navire de charge ne s'impose, à la vérité, par aucun des traits saillants qui signalent les transformations du navire de guerre ou du paquebot à grande vitesse. Je voudrais montrer néanmoins que l'intérêt qui s'en dégage, pour être d'un ordre différent, mérite pareillement de retenir l'attention de tous ceux que préoccupent les grands problèmes maritimes (1).

Alors que l'histoire des unités de combat, ou des grands transatlantiques, nous instruit sur les faits d'avant-garde, les tentatives audacieuses, l'éclosion des conceptions nouvelles, la progression du cargo nous met en présence des dispositifs éprouvés, mûrement mis au point, en quelque sorte du matériel technique stabilisé par l'expérience. Ainsi la machine à vapeur alternative, à triple expansion, qui peut apparaître dans d'autres circonstances comme surannée, se révèle-t-elle pour la navigation de charge un instrument encore précieux, parfaitement adapté à son emploi, sans que cette constatation doive rien retrancher par ailleurs aux mérites des engins plus modernes.

Aucune évolution d'outillage n'apparaît, d'autre part, plus homogène et continue. Ici, pas de raids, pas de performances individuelles, aucun sacrifice consenti au luxe ni à la vitesse. Rien n'est plus pareil à un cargo qu'un autre cargo ; sous réserve des particularités qui ne sont sensibles qu'au regard du marin ou du constructeur, le bateau de charge est un type *standard*, universel, dont les variétés sont très précisément définies, pour toutes les latitudes, par les grands registres internationaux de contrôle, tels que le *Veritas* ou le *Lloyd*.

Du point de vue économique, le *cargo-boat* constitue la pièce essentielle du matériel de l'armement et ce ne serait, sans doute, pas encore assez dire que de le comparer au train de marchandises. La spécialisation des navires est, d'abord, loin d'équivaloir à celle que réalisent les transports ferroviaires. J'ai montré, précédemment, que les paquebots récents, même du plus grand luxe, comportent un port en lourd relativement élevé. Mais, c'est à la conception même du transport par mer qu'il convient de se référer, si l'on veut sortir des généralités superficielles.

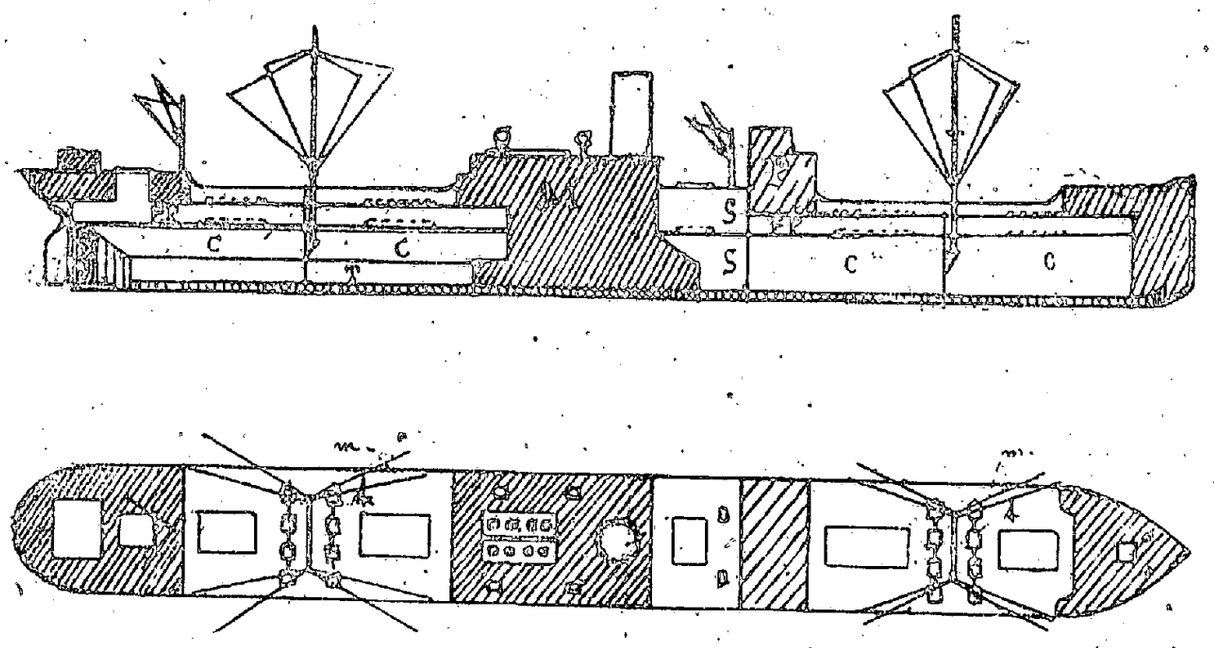


Fig. 250. — Plan schématique d'un cargo de type courant, C, C... cales à marchandises, — F. P. faux-pont, — M machines et chaufferies, — P passerelles, — S, S soutes à charbon, — T tunnel de l'arbre de couche, — M, T, mâts de charge et treuils.

La locomotive a allongé son rail parallèlement à la route que desservait l'antique diligence. Le bateau à vapeur, en se substituant au voilier, créait la possibilité nouvelle de progresser en ligne droite, indépendamment du régime des vents, ce qui permettait aux armateurs d'annoncer, à côté d'une heure de départ, une date d'arrivée suffisamment probable pour que les chargeurs pussent régler sur elle le mouvement de leurs transactions. Aussi, le règne de la vapeur s'est-il aussitôt caractérisé par la multiplication des lignes régulières de trafic et le recul de la navigation irrégulière, sans routes ni prévisions précises, avec tous les usages sé-

(1) La présente étude est destinée à compléter celle que la *Revue Scientifique* a publiée, le 12 novembre 1927, p. 653, sous le titre : *L'évolution récente du paquebot rapide.*

culaires qu'elle imposait au commerce et aux voyageurs.

Or, si toutes les Compagnies possèdent aujourd'hui leurs lignes de cargos, dont les mouvements sont aussi strictement réglés que ceux des paquebots-poste, la navigation de charge a encore recueilli l'héritage de l'ancien commerce de mer, l'irrégularité étant par nécessité demeurée la règle pour certaines natures de transports, fort importants par eux-mêmes, tels que ceux des matières pondéreuses, combustibles, minerais, etc., ou encore des récoltes et denrées qui affluent, à certaines époques, sur les marchés extérieurs et dont le chargement peut exiger le séjour prolongé du navire au port.

C'est donc à ces divers emplois, avec toutes

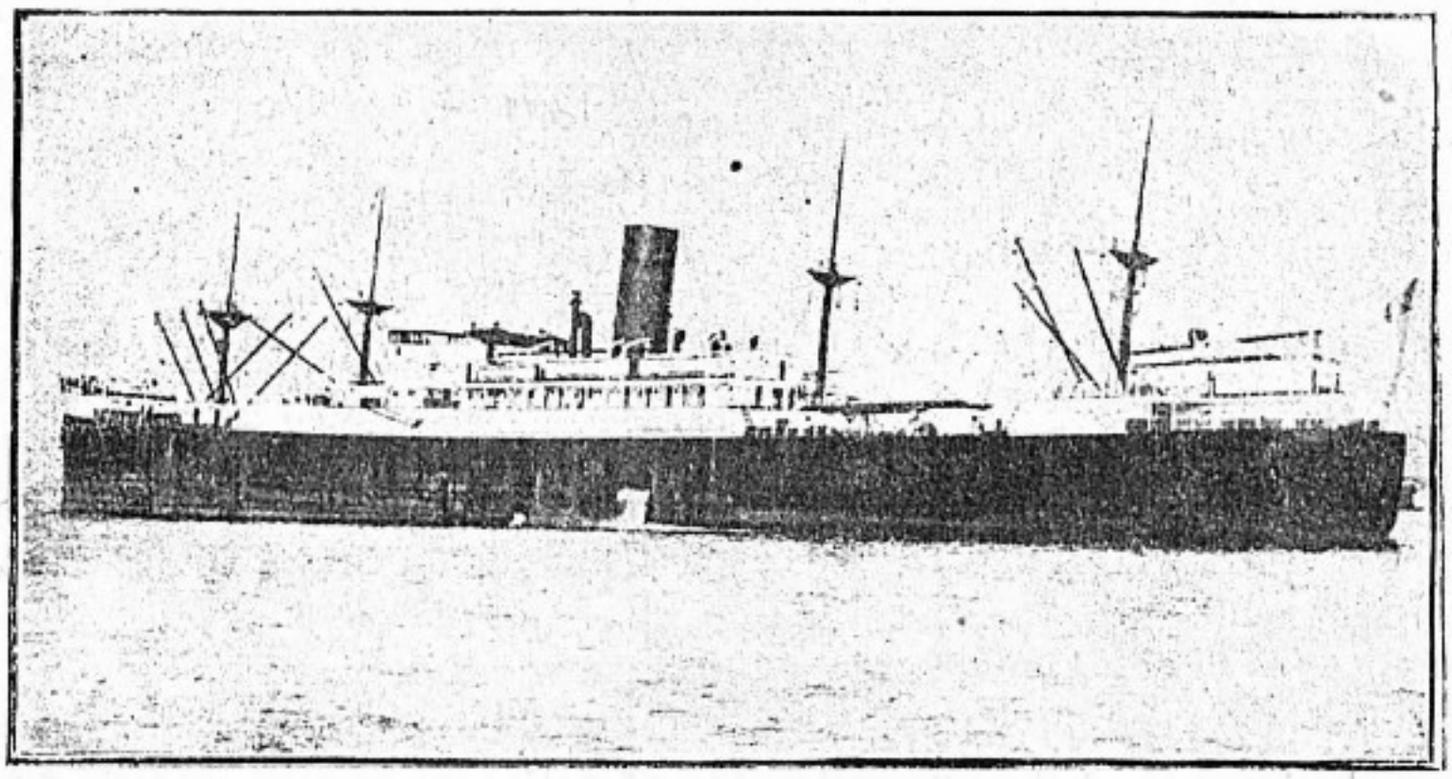


Fig. 251. — Le *Jacques Cartier*, de la Cie Générale Transatlantique. Déplacement : 19.164 tonnes. Longueur : 150 m.50 Puissance : 5.400 ch. : Ce navire, qui est le plus grand cargo français à flot est utilisé comme école pour les élèves-officiers de la Compagnie.

les qualités de souplesse et d'endurance que requiert un rude service, que doit pourvoir la technique moderne du navire de charge.

*
* *

Le plan schématique de la figure 250 donne une idée de la disposition d'ensemble d'un cargo de type courant. Les cales à marchandises occupent la majeure partie du volume intérieur de la coque; les machines et chaufferies forment un bloc aussi réduit que possible, qui tantôt (comme sur la figure), se situe dans la partie centrale du navire, en se raccordant dans les hauts avec les roofs et passerelles de navigation, tantôt est reporté à l'arrière, disposition particulièrement usitée pour les pétroliers, sur lesquels il importe d'isoler tout foyer éventuel d'incendie. Le franc-bord est relativement bas, sauf à l'avant et à l'arrière, surélevés ordinairement d'un étage d'entrepont, et dans la partie médiane. C'est là la disposition à « châteaux », caractéristique du bateau de charge, très différente de la silhouette du paquebot, dont les lignes de ponts et de spardeck entourant les cabines, forment un profil continu et de masse plus imposante. On notera encore le développement des mâts de charge, engins de levage, treuils, qui exigent l'installation de moteurs et auxiliaires de pont, dont la puissance représente un facteur important du rendement d'ensemble.

Pour la construction des cargos de faible ou moyen tonnage, il convient de déterminer des types de série, comportant des unités rigoureusement identiques, et même de pousser aussi loin que possible le principe de la standardisation pour la réalisation de chaque navire. On arrive ainsi au tracé bien connu de la « caisse à savon », constituée par un corps cylindrique, formé de sections transversales identiques, et terminé par deux extrémités réduites qui se raccordent respectivement avec l'étrave et l'étambot. A la faible allure que soutiennent les petits cargos, l'influence de la courbure des lignes d'eau est secondaire, la résistance à la marche dépendant principalement de l'étendue de la surface mouillée, laquelle est d'autant moindre qu'il s'agit d'un navire à formes pleines et trapues. Les chantiers anglais de la Clyde et de la Tyne sont remarquablement organisés en vue de ce genre de construction; il ne peut convenir d'ailleurs qu'à des établissements pouvant compter sur un courant de commandes suffisamment intense et régulier, pour que les mises en chantier se succèdent sans interruption, même indépendamment de tout marché préalable.

Mais, pour être demeurée dans des limites

plus restreintes, la concentration du matériel de charge ne s'en est pas moins accusée d'une façon fort appréciable dans l'ensemble de la navigation. Le déplacement des plus forts cargos, qui ne dépassait guère autrefois les 5 à 6.000 tonnes, atteignait assez couramment déjà, vers 1900, l'ordre de 10.000 tonnes. Les navires américains *Milwaukee* de 1896 et *Minneapolis* de 1899, déplaçaient respectivement 15.000 et 26.000 tonnes. Les déplacements de 15 à 20.000 tonnes tendent à représenter aujourd'hui la règle pour les grandes lignes commerciales. Il est concevable que ces fortes unités impliquent une technique plus complexe, attentive à tirer tout le parti possible des progrès de la science appliquée.

Remarquons d'abord que le tracé de la coque d'un grand cargo ne diffère pas sensiblement de celui qui convient à un paquebot de vitesse plus élevée. On s'en rendra compte à l'examen des formes relativement fines des navires représentés ci-contre et qui comptent parmi les plus belles unités de notre armement national. Le *Jacques-Cartier* (fig. 251) de la *Compagnie générale Transatlantique*, est le plus grand cargo français actuellement à flot : son déplacement atteint 19.164 tonnes. Sa longueur est de 150 m. 80, pour une largeur de 18 m. 20 et un tirant d'eau de 9 m. 31. Or, le rapport de la longueur à la largeur, qui mesure l'affinement des formes, atteint le chiffre de 8,2; pour le grand paquebot rapide *Ile-de-France*, le même rapport ne dépasse pas 8,6.

On sait que le trafic transatlantique autorise l'exploitation des plus fortes capacités de charge ; cependant le *Yang-Tsé* (fig. 253), des *Messageries Maritimes*, employé aux lignes d'Extrême-Orient, atteint presque les mêmes proportions que le navire précédent, avec une longueur de 144 m. 77, une largeur de 18 m. 44, un tirant d'eau de 8 m. 56 et un déplacement de 18.150 tonnes. Le rapport de la longueur à la largeur est de 7,8.

La construction de tels navires, tout en demeurant essentiellement robuste, doit être étudiée de façon à réduire au strict minimum admissible le poids mort de la coque. Actuellement, il n'est guère possible d'envisager pour ce dernier une proportion inférieure à 30 ou 35 o/o du poids total. Reste à régler la part attribuée au poids de l'appareil moteur, avec ses accessoires et le combustible, autrement dit le poids de la vitesse.

***

Le cargo est en principe un bateau lent, mais encore cette qualification présente-t-elle une portée toute relative. J'ai montré, dans mon précédent article, que l'*utilisation annuelle* d'un navire dépendait à la fois de son port en lourd et du nombre de voyages que sa vitesse lui permet d'effectuer au cours de l'exercice. Si l'on porte en courbe, pour des vitesses croissantes, les valeurs correspondantes du produit $V \frac{P_u}{P}$ (V étant la vitesse, P_u le poids utile et P le déplacement), on voit qu'il existe un maximum d'utilisation annuelle, correspondant à une certaine vitesse, dont la valeur absolue croît elle-même à mesure que l'on augmente le déplacement (fig. 276 de la page 656, *Revue* du 12 novembre 1927).

Cette constatation revêt plus d'importance encore si l'on cherche à exprimer, non plus seulement la variation de la capacité utile, mais le *prix de revient de la tonne transportée*. Parmi les éléments constitutifs de ce prix de revient, en effet, certains peuvent être considérés comme indépendants de la vitesse : ainsi, les frais généraux de l'entreprise, les frais d'exploitation tels que droits de pilotage et de remorquage, de chargement et déchargement, taxes de port. Mais il n'en est pas de même des autres éléments, qui sont : les parts afférentes à l'intérêt et à l'amortissement du capital représenté par le navire, à la prime d'assurance (proportionnelle à la valeur de celui-ci) et les frais d'exploitation tels que les salaires et l'entretien du personnel, l'entretien et les réparations du navire, enfin la dépense de combustible.

Or, cette seconde portion du prix de revient se décompose elle-même en deux parties, qui sont respectivement relatives, soit à la coque, soit à l'appareil moteur. La seconde étant relativement modérée pour des allures réduites, la valeur de la première, lorsqu'on accroît la vitesse, passe par un minimum qui coïncide précisément avec la valeur maxima de l'utilisation annuelle. On arrive ainsi à envisager des vitesses de route qui dépassent sensiblement l'allure normale des petites et moyennes unités.

C'est pourquoi il importe de donner à un grand cargo une puissance motrice suffisante pour assurer une exploitation rationnelle et encore lui permettre, le cas échéant, de forcer son allure sans compromettre le fonctionnement des appareils, ni la sécurité.

En fait, alors que l'allure de la petite navigation de charge ne dépasse pas l'ordre de 9 à 10 nœuds, les cargos déplaçant plus de 10.000 tonnes sont généralement en état de réaliser des vitesses de 11 à 14 nœuds.

Le *Jacques-Cartier*, de la Transatlantique, dont j'ai donné plus haut les caractéristiques de coque et qui atteint presque 20.000 tonnes de déplacement, dispose d'une force motrice de 5.400 CV, considérable pour un navire de cette catégorie. Poids de coque et de machine laissent au port en lourd le disponible de près de 13.000 tonnes, environ 67 o/o du déplacement.

Or, le paquebot mixte *Niagara*, de la même

Compagnie, affecté à la ligne Havre-La Havane-Nouvelle-Orléans, qui déplace près de 16.000 tonnes, effectue son service à une allure de 13 à 14 nœuds, avec une puissance de 7.300 CV ; le port en lourd représentant ici 57 o/o du déplacement, soit près de 9.000 tonnes. Le paquebot *De La Salle*, de la même ligne, et de déplacement presque égal, dispose d'une force de 5.800 CV et la proportion du poids utile atteint pour lui le chiffre de 61 o/o. Ces deux vapeurs transportent, en saison, une cargaison de coton et autres produits, d'importance tout à fait comparable à celle qui revient aux cargos utilisés sur les mêmes parcours. Il ne faut pas oublier d'ailleurs que les grands paquebots de luxe, dont on ne cherche plus aujourd'hui à forcer la vitesse, offrent eux-mêmes des capacités de charge considérables, du fait de leurs forts déplacements. Le port en lourd de l'*Ile-de-France*, pour ne représenter que 28 o/o du poids total, n'en atteint pas moins la valeur respectable de 11.500 tonnes. En tout cas, paquebot-mixte et grand cargo ne diffèrent essentiellement entre eux, ni par la proportion du port en lourd, ni même par la vitesse.

La Compagnie Générale Transatlantique possède une flotte considérable de cargos, dont 30 déplacent plus de 10.000 tonnes. Les puissances motrices varient, selon les unités, de 2.500 à plus de 4.000 CV. La plupart sont munies de machines alternatives; cinq sont propulsées par turbines à engrenage.

Le prestige de notre pavillon commercial se trouve heureusement assuré sur beaucoup d'autres lignes encore, et en particulier sur celles qui relient la métropole à nos possessions d'Afrique, d'Asie et d'Océanie et desservent les trafics de la Méditerranée et de l'Extrême-Orient.

J'ai eu l'occasion de signaler déjà, dans mon étude sur les paquebots, la valeur technique de la flotte des Messageries Maritimes, très moderne et en voie de renouvellement continu, facteur considérable dans la rude concurrence que notre grande Compagnie est appelée à soutenir contre ses puissantes rivales étrangères.

En ce qui concerne les cargos, les Messageries possèdent 16 unités déplaçant chacune plus de 12.000 tonnes; six d'entre elles atteignent sensiblement ou dépassent le chiffre de 17.000 tonnes. Le *Yang-Tsé* (fig. 253), qui déplace 18.150 tonnes a une puissance motrice de 4.400 CV,

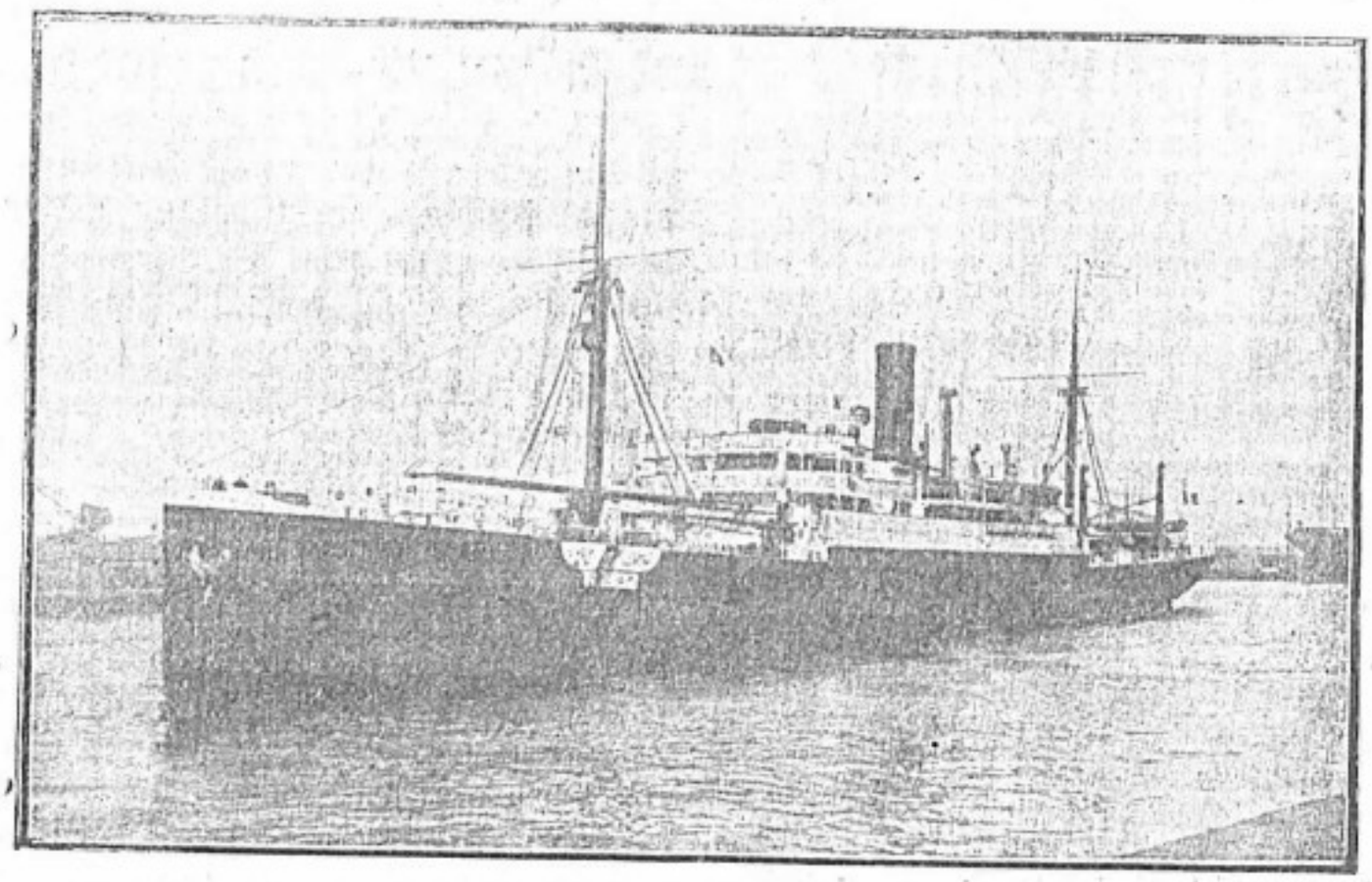


Fig. 252. — Le cargo *Nevada*, de la Cie Générale Transatlantique. Déplacement : 13.350 tonnes. Longueur : 132 m. 58. Puissance : 3.300 cv.

remarquable pour un cargo employé sur des lignes où ne se pratiquent plus les vitesses réalisées sur l'Atlantique. Le port en lourd est de 12.000 tonnes, soit environ 67 o/o du poids total. Le cargo *Min* présente à peu près les mêmes caractéristiques de dimensions et de puissance.

Tous ces navires sont munis de machines à vapeur alternatives ou à turbine et chauffent, soit au charbon, soit au mazout.

Sur ces lignes, mieux encore qu'ailleurs, en raison des vitesses modérées que comportent la densité du trafic aussi bien que la longueur des parcours, on relèvera les traits fondamentaux qui rapprochent le cargo de ce paquebot à allure réduite, à forte capacité de charge, que l'on désigne plus proprement par l'appellation de *paquebot-mixte*.

Du cargo *Yang-Tsé* au paquebot *Céphée*, courrier d'Australie, navires dont les déplacements sont respectivement de 18.150 et de 18.558 tonnes, la puissance motrice ne s'élève que de 4.400 à 4.600 CV ; le port en lourd ne

s'abaissant pour le paquebot que d'une fraction insignifiante et demeurant d'ailleurs le même, 12.000 tonnes, en valeur absolue.

La transition est plus sensible pour le *Commissaire Ramel* (fig. 254), qui déplace près de 15.000 t. et dont la puissance atteint 5.000 CV. Le port en lourd est de 8.000 tonnes, ce qui abaisse la proportion à 55 o/o du poids total. Ce navire porte 552 passagers (dont 136 en 1re et 2e classes et 416 en 4e); le *Céphée* n'en porte que 234 (respectivement 126 et 108 pour les mêmes classes). La différence s'affirme donc surtout au regard, dans la mesure où l'importance des aménagements pour passagers modifie l'aspect général du navire; les caractéristiques fondamentales de la construction et des appareils moteurs demeurant les mêmes.

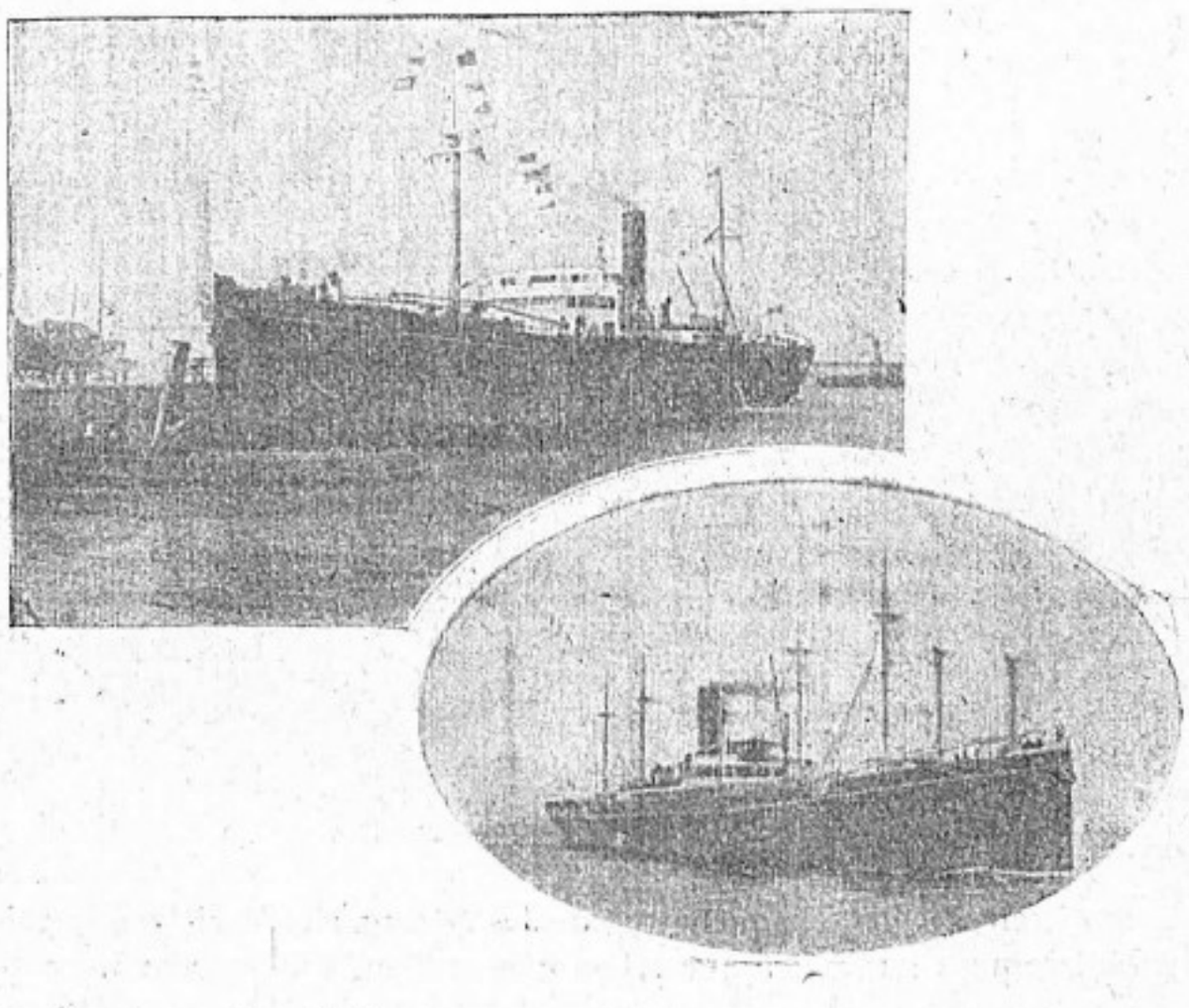


Fig. 253. — A gauche : Le *Lieutenant de la Tour*, cargo des Messageries Maritimes (services d'Indo-Chine). Déplacement : 12.298 tonnes. Longueur 117 m. 34. Puissance : 2.607 CV. — A droite : Le *Yang Tse* (cargo des Messageries Maritimes (services d'Extrême-Orient). Déplacement : 18 150 tonnes. Longueur : 144 m. 77. Puissance : 4.400 CV.

***

Une tendance générale au relèvement de la vitesse s'affirme, toujours plus nettement, dans la conception des unités de charge qui viennent d'être mises en service, ou qui sont encore en voie d'achèvement. Seulement, il ne s'agit plus ici de satisfaire à l'émulation ruineuse des anciens matches transatlantiques, mais bien de doser rationnellement une vitesse convenant aux circonstances économiques de l'heure, de réaliser une « vitesse de rendement ».

Or, ce résultat ne peut être obtenu aux dépens du poids de coque, déjà ramené à la plus modeste proportion admissible; non plus que du port en lourd, du moins dans une mesure assez sensible. Une seule solution se présente : réduire le poids des appareils moteurs.

Cependant, la machine du cargo doit être un instrument robuste et souple : la machine alternative avec chaudières cylindriques convenait admirablement à ce genre d'exploitation. Déjà la turbine, surtout depuis le développement de la chauffe au mazout, a apporté une amélioration certaine au point de vue du poids, bien que relativement modérée.

Le moteur à combustion interne semble devoir réaliser, en l'espèce, la solution la plus élégante. Par lui-même de poids réduit, il supprime la pesante et encombrante chaudière et, à moindre proportion de poids prévu, permet encore d'augmenter le rayon d'action du fait du combustible. Ces avantages ont assuré au Diesel un succès toujours croissant pour la propulsion des paquebots à allure moyenne et paquebots mixtes, dont il devient possible d'accroître la capacité de charge, tout en donnant plus d'espace aux aménagements destinés aux passagers. En outre, la quantité de combustible embarquée permet, à poids égal et même inférieur, de réduire les points de ravitaillement, en supprimant l'odieuse nécessité des charbonnages. (On peut admettre qu'une consommation de pétrole de 180 à 190 grammes par cheval-heure équivaut à celle de 700 à 750 grammes de charbon).

Un « cargo rapide », de conception très caractéristique, a été construit pour le compte d'une entreprise norvégienne, — le fait mérite sans doute d'être signalé, — par nos Chantiers

de Saint-Nazaire. Ce navire, livré au début de 1928, mesure 137 mètres de long sur 18 m. 30 de large. Son port en lourd est de 9.500 tonnes. Ses deux moteurs Burmeister-Saint-Nazaire (à 8 cylindres), qui peuvent développer 7.800 CV, lui permettront de réaliser aisément la vitesse en service de 13 nœuds 5. La vitesse d'essais a atteint le chiffre remarquable de 16 nœuds 5. Le navire, destiné à une ligne Norvège-Angleterre-Afrique, est par ailleurs fort intéressant en ce qui concerne la construction de la coque, très robuste, étudiée en vue de la navigation dans les mers du Nord pendant la période des glaces.

Toutefois, le pétrole est un combustible cher, qui ne saurait convenir dans n'importe quel cas, à n'importe quelle compagnie d'armement. Les techniciens de la vapeur sont loin d'ailleurs de se tenir pour évincés, voire même en acceptant le principe de la chauffe au charbon (1).

Je mentionnerai, à titre d'exemple, une tentative poursuivie par la Compagnie du *Canadian Pacific* sur une série de grands cargos, dont le premier a pris son service au début de 1928. Il s'agit d'unités de 156 mètres de longueur et dont le port en lourd atteint 13.000 tonnes, destinées au transport, sur la ligne Londres-Montréal, de denrées périssables, fruits notamment, ainsi que du bétail sur pied. L'allure de service est fixée à 14 nœuds. La machinerie, à turbine, comporte deux groupes développant au total 7.350 CV. L'allègement a été recherché sur l'appareil évaporatoire, en substituant à la massive chaudière cylindrique, des générateurs *Yarrow* à tubes d'eau, du type usité pour les navires de guerre rapides. Quatre chaudières fournissent la vapeur à la pression de 17 kg. 5; en outre, sont installés des surchauffeurs à 340°. Toutefois, on a ajouté à ce dispositif deux chaudières cylindriques qui, tout en pouvant concourir à la propulsion, sont plus particulièrement destinées à alimenter les auxiliaires; on conserve ainsi l'avantage d'une conduite mieux appropriée aux opérations de pont. Tous ces appareils chauffent au charbon.

Je citerai encore l'essai entrepris sur des cargos américains de 13.000 tonnes de déplacement et propulsés par des turbines de 2.500 CV,

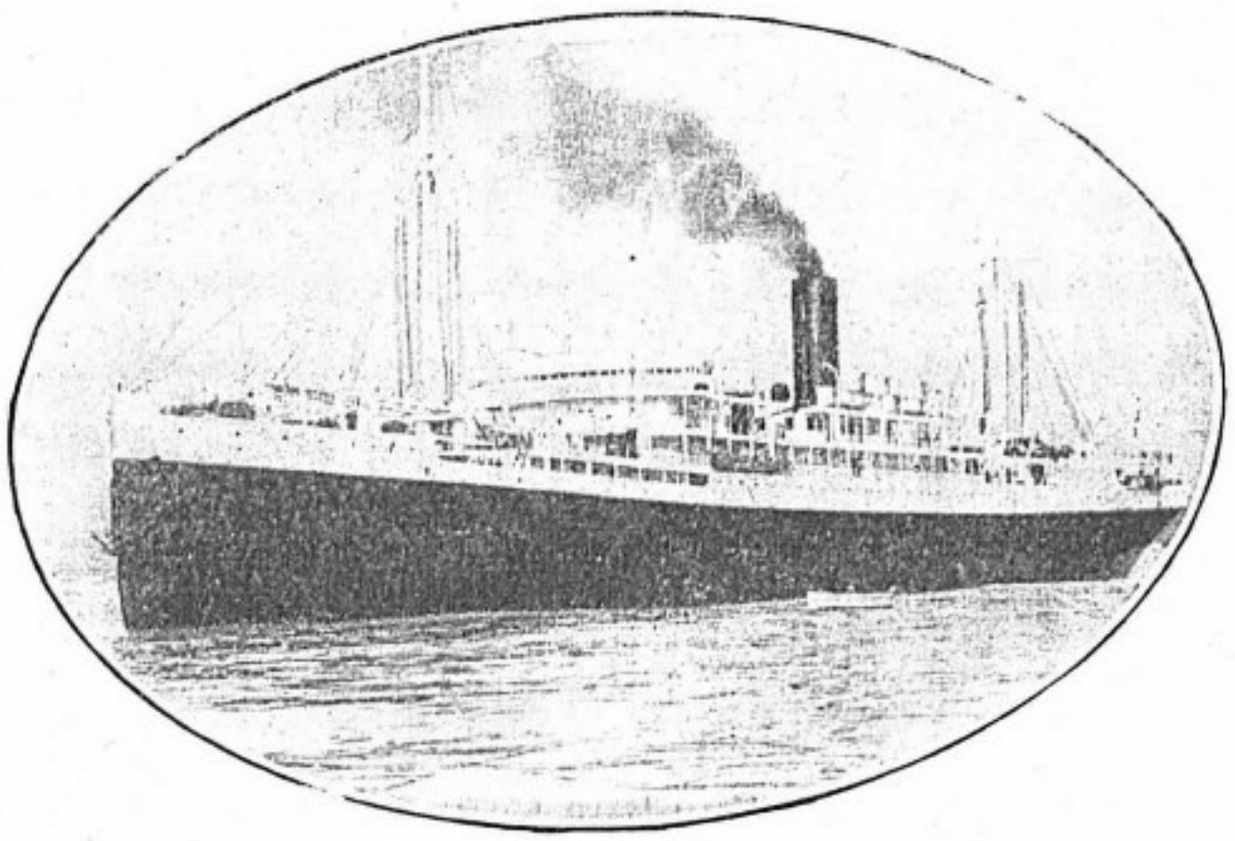


Fig. 254. — *Commissaire Ramel*, (paquebot mixte des Messageries Maritimes (services d'Australie). Déplacement : 14.745 tonnes. Longueur 145 m. Puissance : 5.000 cv.

d'un système de chauffe au charbon pulvérisé, comportant un broyeur spécial, de poids et d'encombrement réduits, et qui présenterait un avantage d'économie sensible sur les chaudières alimentées au mazout.

De cet aperçu très succinct, se dégagera suffisamment, je l'espère, l'importance qui s'attache à la recherche du perfectionnement technique du matériel de la marine marchande, de la navigation de charge en particulier. Le lecteur a pu se rendre compte que ce problème d'intérêt mondial peut être éclairé par des exemples très caractéristiques, qui sont tout à l'honneur de notre armement national. J'ajouterai que les cargos appartiennent au matériel des services dits « commerciaux » de nos Compagnies, c'est-à-dire des lignes que celles-ci sont maîtresses d'organiser et d'exploiter à leur guise, par opposition aux « services contractuels », qui sont régis par les clauses d'un cahier des charges, servant de base à la convention postale passée avec l'Etat. Cette cir-

(1) La *Transatlantique*, tout en adoptant le Diesel pour l'un des 3 bâtiments mixtes dont elle vient de passer commande, pour sa ligne du Nord-Pacifique et qui déplaceront 16.800 tonnes, a conservé pour les 2 autres la machine à vapeur alternative, avec chaudières cylindriques (6.300 C.V.).

constance achève de mettre en valeur les qualités d'initiative et de compréhension technique qui président à la conduite d'exploitations, qui, pour ressortir à l'industrie privée, n'en constituent pas moins le pivot de notre expansion à travers le monde.

Cet effort mérite de retenir l'attention de tous ceux que nos intérêts les plus vitaux ne laissent pas indifférents, et tout particulièrement du public scientifique, dont la sympathie réfléchie peut développer dans l'avenir les ressources précieuses d'une collaboration fondée sur le sentiment commun de notre grandeur nationale.

CHEMINS DE FER ET TRAMWAYS

TRAITEMENT THERMIQUE DES BANDAGES DE ROUES

par Edmond MARCOTTE
Ingénieur I. C. F.

On sait que les caractéristiques physiques et mécaniques d'un acier, particulièrement sa manière de résister aux différentes causes de destruction, dépendent dans une large mesure, du *traitement thermique*, c'est-à-dire des conditions de chauffage, de refroidissement plus ou moins brusque et de recuit, qu'il a subi.

Tout le monde connaît les heureux effets de la trempe suivie de recuit sur les qualités des divers outils et sait, que ce traitement thermique des tranches d'outils doit être proportionné à la dureté de la matière à travailler.

Le traitement thermique convenable dépend aussi de la composition chimique de l'acier, lequel peut contenir plus ou moins de carbone avec d'autres éléments susceptibles de lui procurer des qualités spéciales.

On n'a pas tardé à remarquer que les rails, d'une part, les bandages de roues, d'autre part, pièces soumises à des sollicitations énergiques, notamment lors des coups de frein, résisteraient beaucoup mieux si elles étaient l'objet d'un traitement thermique convenable. La plus grande difficulté n'était pas, d'ailleurs, de déterminer le caractère de ce traitement thermique désirable, mais de l'appliquer d'une manière uniforme.

Dans une autre étude, nous examinerons comment la question du traitement des rails, résolue d'abord en Angleterre et en Amérique, a été appliquée en France, notamment aux usines d'Hagondange de l'Union des consommateurs de produits métallurgiques. Nous nous proposons d'exposer ici seulement la question des bandages de roues. Il serait peut-être mauvais d'accroître la dureté des rails si l'on ne pouvait, en même temps, perfectionner le bandage. On retrouve, ici, un peu de la lutte entre le canon et la cuirasse.

(1) Une note sommaire sur la question a été publiée dans la *Revue Scientifique* en 1925.

***

Pour bien préciser une question de la plus haute importance, non seulement pour les finances des compagnies de chemins de fer et de tramways, mais aussi pour la sécurité des voyageurs, nous rappellerons que les *structures cristallines* que l'on peut obtenir dans un acier à l'aide de traitement plus ou moins énergiques peuvent se ramener à quatre types (fig. 255).

1° *Martensite*, résultant d'une trempe aussi brusque que possible assurant une dureté, mais aussi une fragilité extrême.

2° *Troostite*, résultant d'un refroidissement moins brusque et donnant un acier moins fragile et moins dur.

Très souvent, on obtient d'ailleurs un mélange de troostite et de martensite et l'on peut voir dans les microphotographies, la troostite qui ressort en noir sur la martensite beaucoup plus claire.

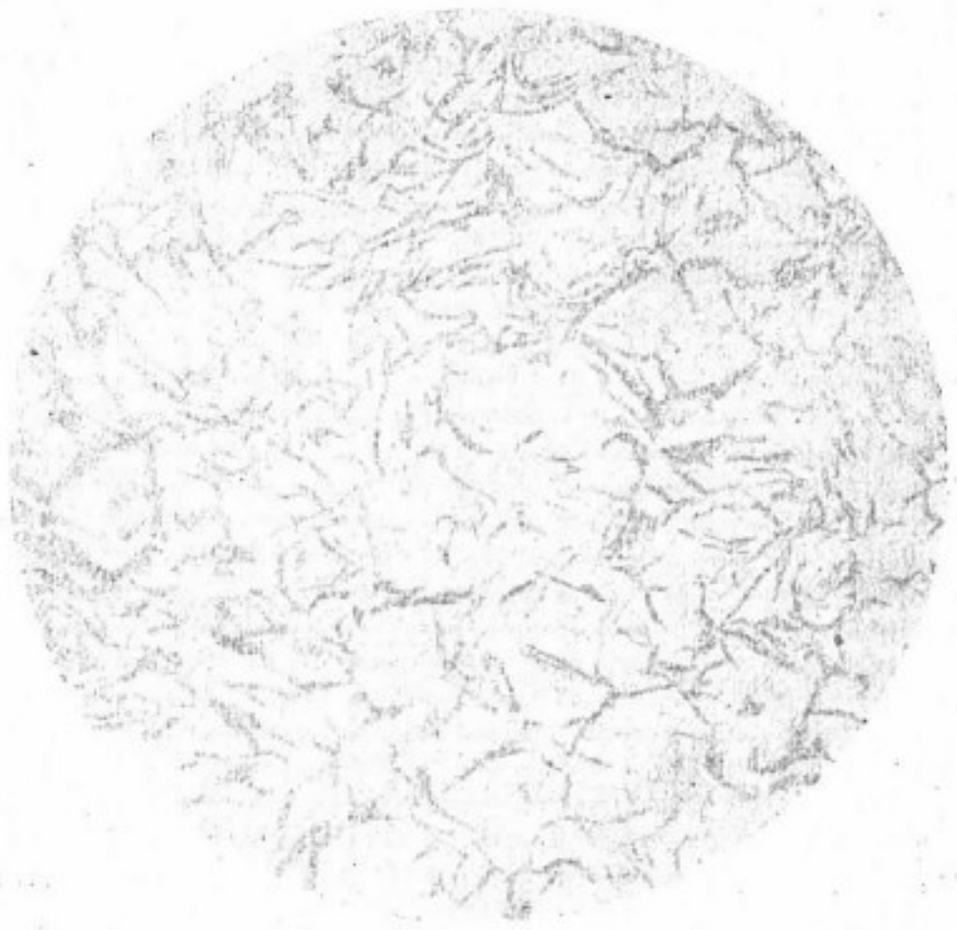
3° *Sorbite*, que l'on peut obtenir *en modérant* le refroidissement d'une certaine façon et qui donne un acier où s'allient heureusement la dureté et la ténacité.

4° *Perlite*, obtenue par refroidissement lent, assurant le maximum de ductilité, mais aussi la moindre dureté, pour une composition chimique déterminée.

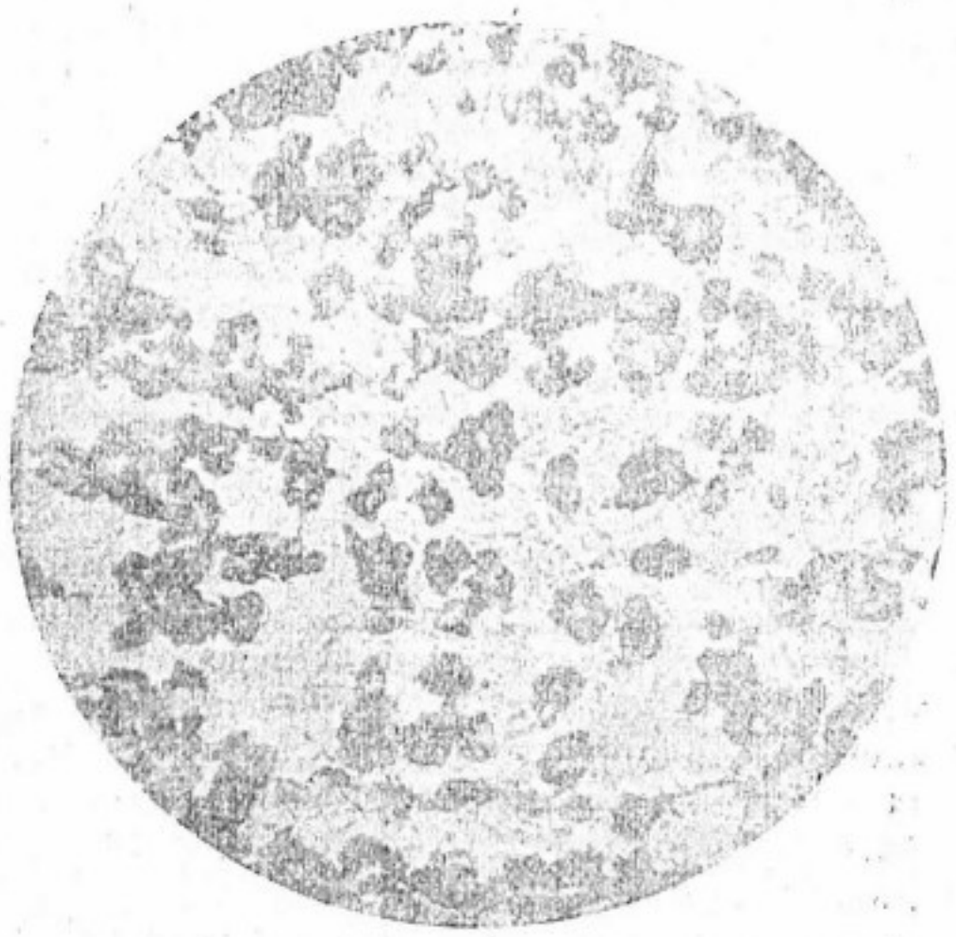
Par conséquent, si l'on a pu obtenir de bons résultats en trempant sur place les rails de tramways encastrés dans les chaussées, leur donnant de cette façon la texture martensitique, on ne pourrait, sous peine des plus graves dangers, traiter d'une manière analogue les rails des chemins de fer et les bandages de roues. On sait que les rails posés sur des traverses, c'est-à-dire sur des appuis espacés, sont soumis à des flexions et que la dureté — qualité désirable — ne doit pas faire oublier que la ténacité, ou résistance aux chocs, est la première aptitude à

rechercher dans un rail. Il en est de même aussi pour les bandages.

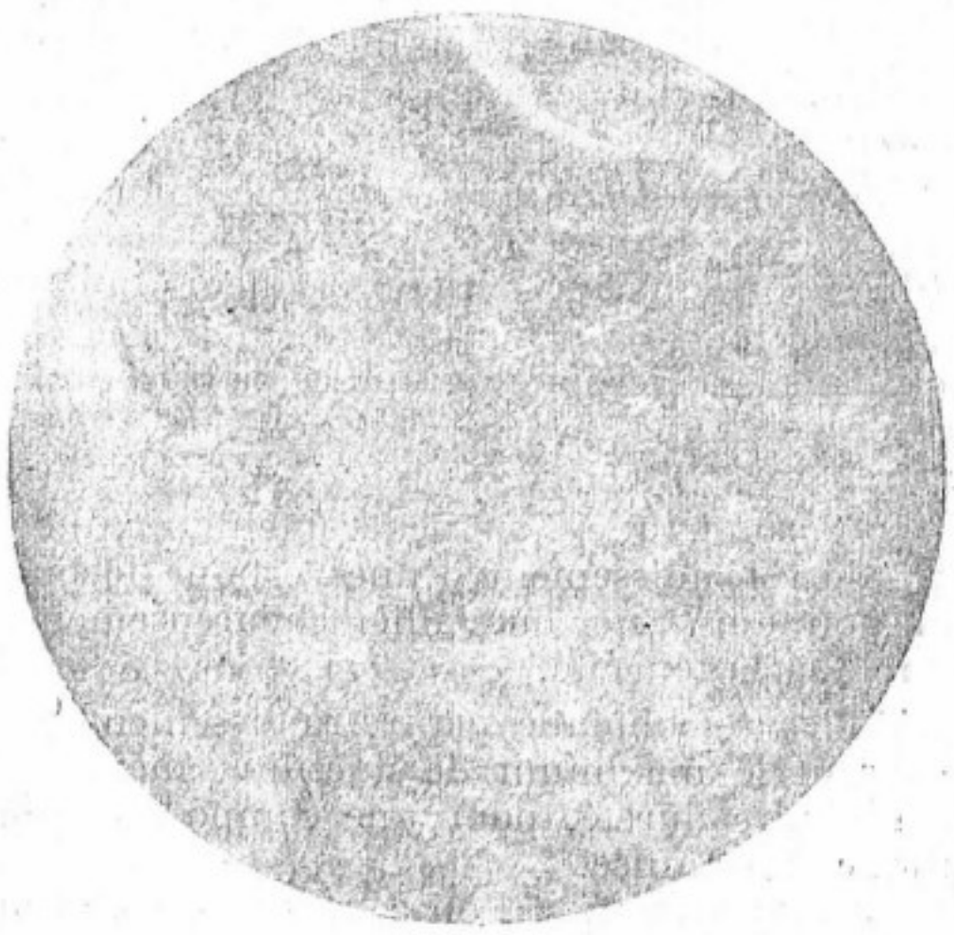
Les avantages de la structure sorbitique ne sont plus à démontrer. Une longue suite d'applications à grande échelle sur les réseaux anglais et américains, ont affirmé, et les économies et l'accroissement de sécurité qui résultent de la texture sorbitique. L'économie est évidente puisque le rail, plus dur, s'use moins et surtout résiste mieux à l'usure ondulatoire, qui oblige à retirer prématurément les rails, surtout dans les parties courbes en pente. Quant à l'accroissement de sécurité, il résulte du fait que, dans un rail à texture sorbitique, les fissures multiples superficielles ne peuvent se propager jusqu'à l'âme, comme on peut malheureusement le constater dans les rails ordinaires, exposés ainsi à des ruptures susceptibles de causer des catastrophes.



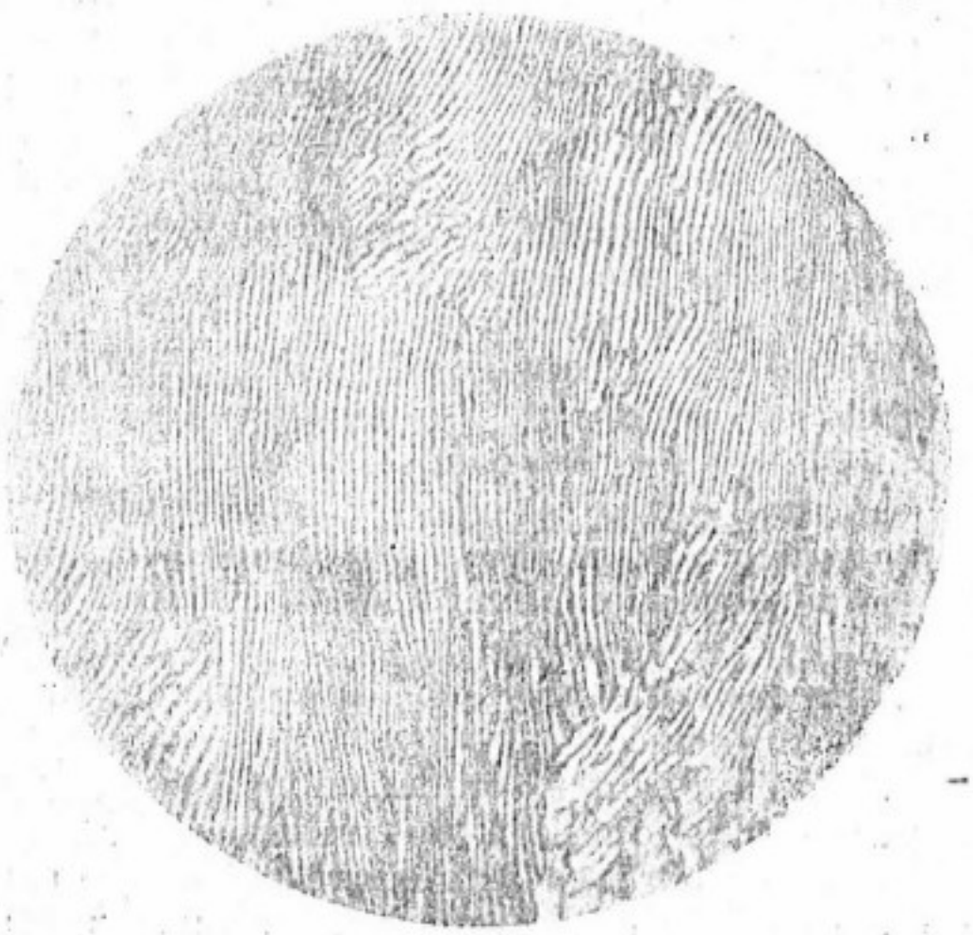
Martensite.



Troostite (partie noire) dans martensite (partie claire).



Sorbite.



Perlite.

Fig. 255. — Principales textures cristallines des aciers.

Il importe, d'ailleurs, que toutes les précau-

tions soient prises afin que les rails traités ne puissent jamais prendre une autre texture que la texture sorbitique. Le procédé Sandberg donne toute garantie à ce sujet ; il a été installé avec beaucoup de soin pour le traitement des rails, par les ingénieurs de l'usine française d'Hagondange, en Lorraine, il est en montage aux usines de Micheville, les plus importantes usines de rails de l'Europe.

LE TRAITEMENT SORBITIQUE

La structure sorbitique n'est pas une nouveauté. Depuis longtemps les métallurgistes l'obtenaient par une trempe suivie de *revenu*, méthode applicable aux pièces peu importantes et qui exige un très grand soin et une habileté particulière. Il est malaisé de se tenir juste aux températures requises, de contrôler et surtout

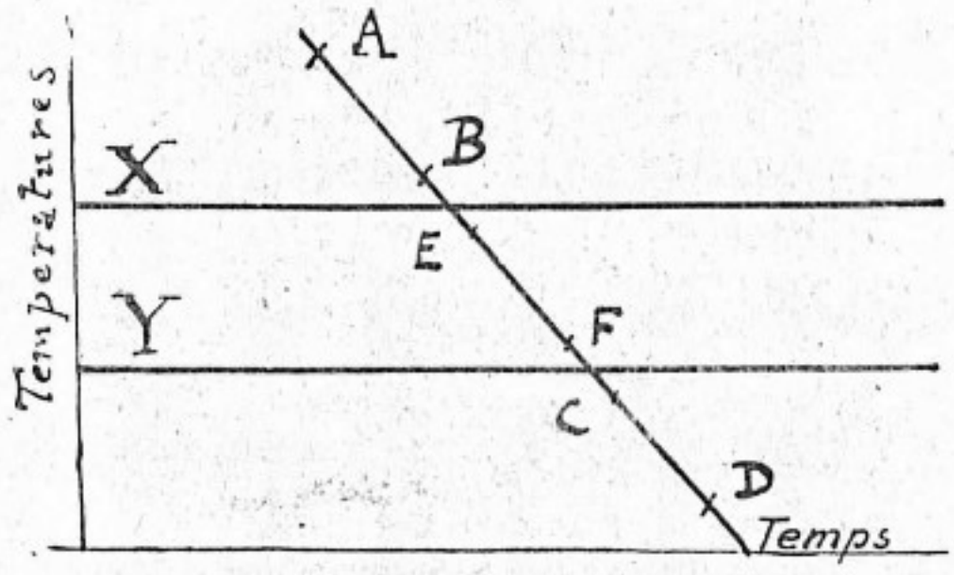


Fig. 256.

d'agir sur le *taux* de refroidissement, taux qui doit être modifié avec la teneur en carbone de l'acier traité.

La structure sorbitique ne peut s'obtenir, par exemple, qu'entre 750 et 690° pour un acier à 0,5 % de carbone. Le grand avantage du procédé Sandberg, c'est de réaliser cette condition essentielle avec une progression dans le refroidissement propre à assurer le succès de l'opération.

On dirige de l'air, chargé d'une humidité parfaitement dosée, sur le métal chaud porté à une température plus haute que le point critique supérieur de transformation du métal, et l'on continue pendant une minute environ, jusqu'à ce que la température s'abaisse nettement au-dessous du point critique inférieur.

Et la structure sorbitique est obtenue tant que le taux de refroidissement entre ces deux points critiques se maintient dans des limites convenables, qu'il est facile de régler ; les températures initiales et finales du traitement peuvent s'écarter, même notablement, de ces points critiques, pourvu que le traitement commence nettement au-dessus du point supérieur de transformation et s'arrête nettement au-dessous du point inférieur.

La fig. 256 nous permet de préciser les conditions du traitement sorbitique des aciers.

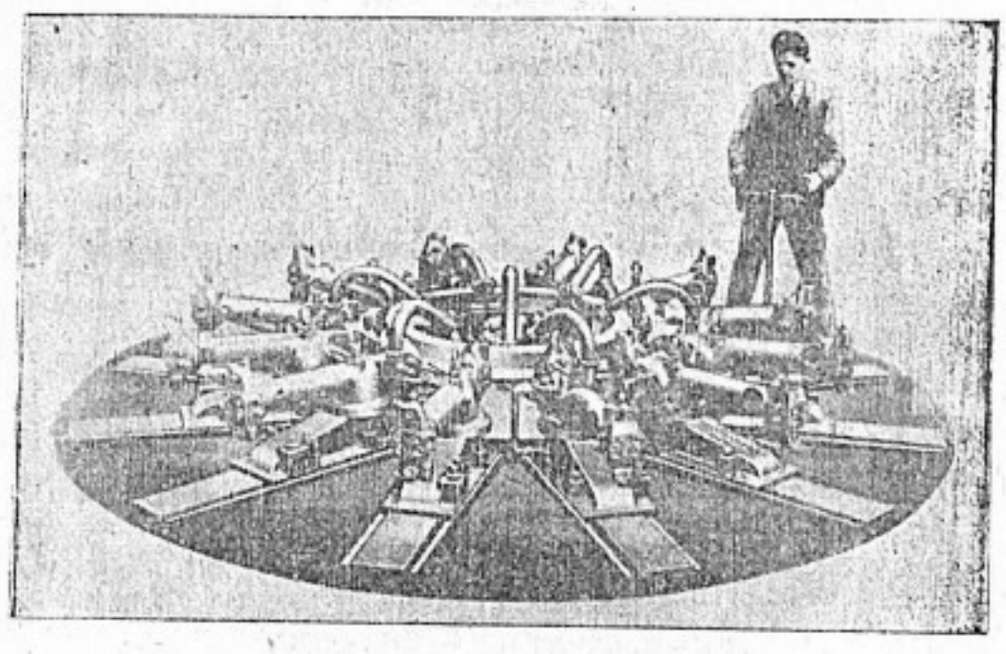


Fig. 257. — Installation pour le traitement sorbitique Sandberg des bandages de roues.

La ligne A D est un graphique représentant la loi convenable de l'abaissement de la température en fonction du temps, c'est-à-dire le taux de refroidissement capable de produire la structure sorbitique dans un acier donné. Cette modification de la structure de l'acier s'opère entièrement entre les limites critiques :

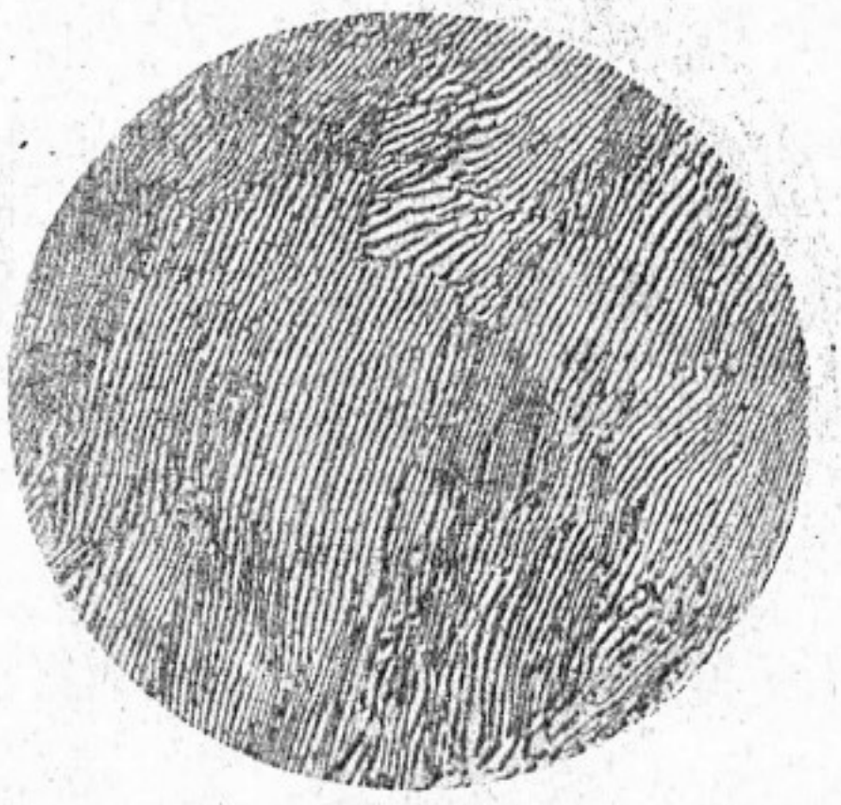


Fig. 258. — Bandage non traité.
(Acier à 0.73 o/o de carbone). G. 1.000.)

X, point supérieur (de 750 à 720° suivant la teneur en carbone) ;

Y, point inférieur (environ 690°).

Le résultat final n'est pas modifié par des variations modérées du point de départ du traitement — par exemple, ce point pourra être

aussi bien A que B — ni par des variations de la température finale, qui pourra être D au lieu de C.

Mais si l'on commençait au-dessous de la

Fig. 259. — Bandage traité (acier à 73 o/o de carbone). Gr. 1.000.

la limite critique inférieure, à la température F par exemple, ou si l'on finissait au-dessus de la limite critique inférieure, à la température E par exemple, on ne pourrait obtenir la texture cherchée. Il est vrai que ces limites de tempé-

Fig. 260. — Bandage non traité (acier à 0,73 o/o de carbone Gr. 250.

rature peuvent être facilement vérifiées à l'aide d'un bon pyromètre ; on sait, en outre, que c'est à la température limite supérieure que l'acier commence à manifester des propriétés magnétiques ; la température limite inférieure peut être contrôlée par la fusion ou la non fusion de certains sels que l'on place sur le métal.

TRAITEMENT DES BANDAGES

Après laminage, la température des bandages est trop faible pour qu'on puisse opérer le traitement sorbitique, comme on le fait pour les rails, sans recuit préalable. On recuit donc les bandages vers 850°, puis on les place sur une table tournante pour être refroidis suivant le procédé Sandberg (fig. 257).

Les usines anglaises qui appliquent ce procédé garantissent une résistance à la traction de 110 kg/mm² avec un allongement de 8 % pour les bandages de roues de chemins de fer ; pour les tramways, elles fabriquent des bandages dont la résistance à la traction est de 118 kg/mm². Il

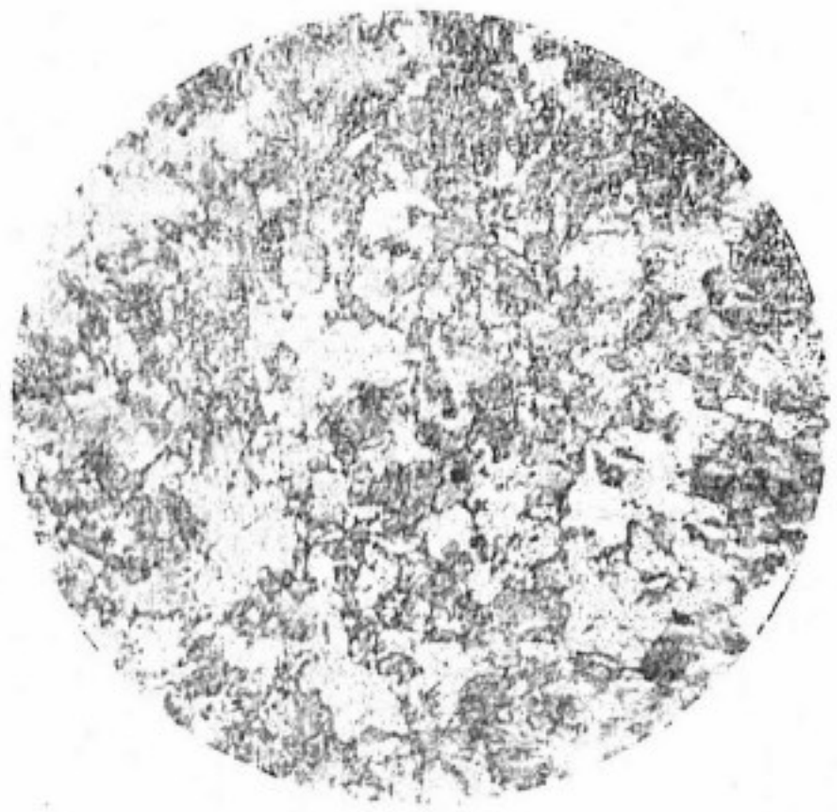


Fig. 261. — Bandage traité. (Acier à 0,73 o/o de carbone). Gr. 250.

est inutile de faire remarquer que ces chiffres garantis sont toujours dépassés pratiquement.

Ces hautes résistances à la traction ne suffiraient pas si les bandages traités suivant le procédé Sandberg n'avaient pas acquis, avec une limite élastique plus élevée que les bandages non traités, une plus grande dureté et une résistance beaucoup plus grande aux chocs, de sorte qu'ils « encaissent » non seulement un plus grand nombre de coups avant rupture, mais encore que les flèches permanentes, plus petites à nombres de coups égaux, croissent beaucoup moins rapidement lorsqu'il s'agit de bandages traités que lorsque l'on essaye des bandages ordinaires.

Il suffisait de jeter un coup d'œil sur les micrographies (fig. 258 à 261), pour prévoir que l'acier traité dur, tenace sans être cassant, bien homogène, résisterait facilement aux chocs ré-

pétés, aux efforts violents de tension et de frottement, et assurerait, par conséquent, un allongement notable des parcours des roues avant remplacement des bandages.

Les expériences longuement poursuivies sur divers réseaux, notamment sur le *London Underground Railways*, où le trafic impose aux bandages des fatigues considérables, montrent que les bandages Sandberg durent, au moins, le double des autres.

Sur les chemins de fer australiens, des bandages montés il y a relativement peu de temps, sont encore en service après un parcours total de 80.000 milles, soit 128.700 km., alors que la durée totale de bandages similaires placés dans des conditions de service identiques, est seulement de 32.000 à 51.500 milles, soit 51.500 à 82.000 km.

RECUIT DES BANDAGES

Le traitement n'exige vraiment qu'une seule sujétion, assez peu grave d'ailleurs : après traitement, pour fixer les bandages sur la roue, il faut les chauffer. Ce recuit doit être conduit avec beaucoup de soin, car il importe de ne pas modifier les résultats du traitement thermique.

Il suffit de ne jamais réchauffer les bandages à haute résistance, obtenus à la suite du traitement thermique, à une température qui excède la plus faible lueur rouge perceptible dans l'ombre : une température beaucoup plus basse que le rouge suffit d'ailleurs à assurer la dilatation requise pour l'assemblage de la roue et du bandage.

ESSAIS

Sans doute, il faut encore un certain délai pour avoir une opinion exacte de la valeur des bandages traités. Cependant, plusieurs réseaux ont déjà comparé méthodiquement des bandages traités et des bandages non traités. Une voiture munie de bandages Sandberg et une autre munie de bandages ordinaires de même provenance, mais non traités, étaient toutes deux attelées au même convoi. De cette manière, on obtient des résultats plus concluants que si l'on plaçait des bandages de différentes qualités sur la même voiture, car tous les bandages d'une même voiture ne s'usent pas de même.

Il existe actuellement 50.000 bandages environ en service sur des locomotives, des voitures et des wagons soumis à un dur trafic. Depuis la fin de la période purement expérimentale 1916-1920, les demandes de bandages sorbitiques vont en croissant d'une manière progressive, l'intérêt du traitement Sandberg s'affirme donc. On a d'ailleurs remarqué que ces bandages gardent un profil beaucoup plus régulier que les autres et qu'ainsi le contact avec les rails est nettement amélioré, ce qui diminue les résistances passives et l'usure des rails.

Sept usines de bandages de roues de chemins de fer et de tramways en Angleterre et une usine en Australie exploitent ce nouveau procédé. Il est regrettable qu'aucune usine française ne puisse fournir des bandages de ce genre. Cette situation est doublement fâcheuse. D'une part, nos compagnies de chemins de fer ne peuvent acheter leurs bandages en Angleterre, tandis que si le traitement se faisait en France, elles obtiendraient pour une augmentation de 25% du prix de base, des bandages qui dureraient le double des bandages ordinaires. D'autre part, les usines françaises qui auraient acquis la licence du procédé, exporteraient des bandages dans les monde entier.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences. (Juillet 1928). — *Topologie.* M. *B. de Kerékjarto* applique à la démonstration du « dernier théorème » de H. Poincaré une méthode qu'il a indiquée antérieurement; sa méthode repose sur une représentation d'une couronne circulaire sur une bande limitée par deux parallèles; elle permettrait d'établir les généralisations formulées par M. Birkhoff.

Analys Situs. M. E. Cartan étudie les invariants topologiques de l'espace représentatif des opérations d'un groupe continu semi-clos; pour obtenir des résultats généraux il envisage les intégrales multiples de différentielles exactes définies dans l'espace; il montre ainsi que les deux premiers nombres de Betti de l'espace sont nuls, le troisième ne l'étant jamais. L'éminent géomètre indique en outre deux théorèmes qu'il y aurait lieu d'établir en toute rigueur; et il signale un rapprochement entre sa théorie et celle de M. Severi sur les différentielles semi-exactes attachées à des surfaces algébriques.

Théorie des fonctions. 1. En utilisant des notions dues à M. Nevanlinna, M. *Enrik L. Selber* montre que si deux fonctions $\varphi(z)$ et $\varphi_1(z)$ méromorphes et d'ordre fini pour $z = \infty$ sont liées par une relation algébrique de genre 1, elles sont de la forme :

$\varphi(z) = E[R(z) + \alpha \log z]$, $\varphi_1(z) = E_1[R(z) + \alpha \log z]$

où E et E_1 sont des fonctions elliptiques, R étant de caractère rationnel en $z = \infty$.

2. Soit $f(z)$ une fonction holomorphe en $z = 0$; supposant que $z = 0$ soit un point double de la substitution relative

$z_1 = f(z)$, à multiplicateur $s = e^{i\alpha}$ ($s : \pi$ irrationnel), M. *R. Tambs Lyche* étudie le cas où $z = 0$ est un centre pour $f(z)$. D'après H. Cremer il existe une infinité de valeurs de α, ayant la puissance du continu et telle que $z = 0$ ne peut être dans ce cas un centre pour $f(z)$. Moyennant

une certaine condition qu'il impose au développement de α en fraction continue, l'Auteur assure l'existence du centre, et il étudie les fonctions limites de $f(z)$.

3. Utilisant des inégalités établies par M. Blumenthal, M. *Silvio Minetti* donne une expression précise du coefficient λ qui figure dans la formule $M(r) < e^{\lambda \varphi(r)}$ relative à une fonction entière pour laquelle $r > \psi(n)$ (avec $(\log^2 r)$

$$\varphi(r) = r^{\rho} (\log r)^{\gamma_1} (\log^2 r)^{\gamma_2} \dots (\log^{\nu} r)^{\alpha_\nu}, \text{ et}$$

$$\psi(n) = \left[n (\log n)^{\alpha_1} (\log^2 r)^{\gamma_2} \dots (\log^{\nu} r)^{\alpha_\nu} \right]^{\frac{1}{\rho}}$$

4. Au sujet des fonctions uniformes de variable réelle, M. *Alex Froda* établit divers théorèmes, tel le suivant : la valeur de la fonction en un point est comprise entre ses limites inférieure et supérieure d'indétermination sauf, peut-être pour une infinité dénombrable de valeurs de la variable.

5. M. *S. Saks* établit un lemme qui permet de démontrer dans un espace à un nombre quelconque de dimensions un théorème de M. Montel reliant les fonctions convexes et les fonctions sous-harmoniques.

Analyse. 1. La théorie classique de l'unicité des solutions des équations aux dérivées partielles du premier ordre suppose que les solutions envisagées sont dérivables *deux* fois et satisfont à une condition de Lipschitz. Or on peut établir l'unicité de la solution (et son analyticité moyennant des données analytiques), en ne supposant que la continuité des dérivées premières. M. *Hadamard* précise la portée de ce résultat, dû à M. *Alfred Haar*.

2. Précédemment, *M. de Possel* avait établi que toute surface de Riemann divisible par un contour déterminé en deux surfaces dont l'une équivaut à une aire à un feuillet et prolongeable. Il démontre à nouveau ce théorème en s'appuyant sur la notion de variété de Riemann ; il montre, notamment, que les surfaces non prolongeables sont représentables sur le plan moins les intérieurs d'une infinité de courbes fermées dont les points se correspondent, avec représentation conforme des voisinages.

Géométrie. M. *Léon Pomey* étudie les involutions *d'ordre n* détachées sur une courbe unicursale par les courbes planes d'un faisceau.

Géométrie infinitésimale. M. *H. Jonas* indique une transformation des surfaces intégrales de l'équation $s^2 - rt = (pq)^{\frac{4}{3}}$ qui revient à une triple application de la transformation de Moutard et peut être rapprochée d'une transformation de M. Tzitzéica.

Hydrodynamique. Appliquant les hypothèses de la théorie cinétique des gaz, M. *S. Drzewiecki* calcule la pression avant et la pression arrière relative à une paroi plane se déplaçant normalement dans un gaz ; la différence donne la résistance à l'avancement ; son quotient par V^2 peut être rapproché de la fonction balistique classique ; l'accord entre la théorie et la pratique (surtout pour les abcisses du maximum et du minimum) est très satisfaisant.

Mécanique céleste. M. Rolin Wavre a montré comment on peut exprimer le potentiel extérieur d'une planète et sa masse totale au moyen des éléments superficiels observables : le coefficient de la pesanteur et la vitesse de rotation ; ce résultat suppose d'ailleurs que les surfaces à densité constante sont partout horizontales. M. *Pierre Dive* montre qu'on peut établir un résultat identique en supposant seulement que la couche *superficielle* d'égale densité est orthogonale au champ de la pesanteur.

Physique mathématique. Complétant ses résultats antérieurs. M. *Th. de Donder* donne les équations générales de la Thermodynamique relativistique de systèmes électromagnétiques doués d'hystérésis et animés d'un mouvement quelconque.

René Garnier.

Photo-électricité

Les propriétés photoélectriques du sélénium. — On sait que la conductibilité électrique du sélénium augmente sous l'influence de la lumière. Cette propriété a fait l'objet d'un grand nombre de recherches qui en ont montré toute la complexité. On a proposé, pour interpréter les faits observés, d'admettre que tout échantilon de sélénium peut renfermer, suivant des proportions variables, trois variétés allotropiques : une dont la conductibilité est nulle, une autre dont la conductibilité est voisine de celle des métaux, une troisième de conductibilité intermédiaire ; les proportions de ces trois variétés varieraient reversiblement avec l'intensité lumineuse, la température et la pression. Une autre théorie admet que la conductibilité du sélénium est due à un effet photoélectrique interne.

Pour décider entre ces théories, il est nécessaire d'étudier expérimentalement la relation entre le courant photoélectrique et l'intensité lumineuse, ainsi que l'influence de la température sur la sensibilité pour la lumière.

M. Piersol (*The Physical Review*, novembre 1927) s'est proposé d'établir une cellule à sélénium donnant un courant de 1 m. A pour 100 V et 1000 lux, possédant un rapport de sensibilité de 100 entre la lumière et l'obscurité et ayant des caractéristiques constantes, faciles à reproduire. Avec les précautions prises pour construire cette cellule à sélénium, les effets parasites ont pu être éliminés.

On forme une sorte de condensateur feuilleté avec feuilles de laiton et de mica alternantes, dont la tranche a été soigneusement polie. On obtient ainsi une surface, sur laquelle on dépose une couche de sélénium d'épaisseur uniforme. Cette épaisseur est égale à 0,001 cm.

Les résultats obtenus sont indépendants de la provenance du sélénium. Pour convertir le corps en la variété sensible à la lumière, on le recuit cinq minutes à 108° C, la température et la durée de l'opération n'ayant pas, d'ailleurs, l'importance fondamentale qu'on leur attribue souvent. Au contraire, l'épaisseur de la couche de sélénium joue un rôle capital pour deux raisons. D'abord, Brown a montré que la profondeur effective de pénétration de la lumière dans le sélénium sensible à la lumière est de 0,0014 cm. Le courant provoqué par la lumière est donc dû à une couche de cette épaisseur limite, alors que le courant observé à l'obscurité est dû à une conductibilité dans la masse. Par suite, pour que le rapport de l'intensité du courant à la lumière à celle du courant à l'obscurité soit aussi grand que possible, il faut que l'épaisseur de la pellicule de sélénium soit au plus égale à 0,0014 cm. D'autre part, Marc a montré que l'action de la lumière est loin d'être confinée à la portion éclairée du pont. Brown a trouvé aussi que l'on observe un changement de conductibilité d'un cristal de sélénium jusqu'à 10 mm. du point éclairé, en raison d'un effet secondaire, qui nécessite un temps assez long pour atteindre son équilibre. Il faut donc que la lumière agisse directement sur toute la profondeur de la couche éclairée, car les effets secondaires conduisent à des résultats expérimentaux contradictoires.

Les mesures faites ont établi l'existence d'une relation linéaire entre le carré du courant photoélectrique et l'éclairement, ce qui semble indiquer que la propriété photoélectrique du sélénium est due à une libération photoélec-

trique d'électrons plutôt qu'à une transformation allotropique d'une forme isolante en une forme conductrice.

La température exerce une influence importante sur le phénomène. Dans l'obscurité, le courant à travers la cellule immergée dans l'air liquide tombe en 15 s., à 35 o/o de sa valeur à la température ordinaire et, en 10 min., à 0,000046 p. 100. Quand la même cellule est soumise à un éclairement de 1000 lux et immergée dans l'air liquide, le courant croît pendant 8 min., jusqu'à 1,8 fois sa valeur à la température ordinaire, puis décroît, en sorte qu'après 3 heures, l'intensité de courant atteint 82 p. 100 de sa valeur à la température ordinaire.

L'auteur conclut que le mécanisme de la conduction électrique dans l'obscurité est entièrement différent de celui de la conduction électrique provoquée par la lumière.

A. Bc.

T. S. F.

L'amplification des courants très faibles à l'aide du thermo-relais. — Il est intéressant de signaler une méthode d'amplification des déviations d'un galvanomètre, méthode mise au point à Utrech, par Moll et Burger, pour la mesure de courants extrêmement faibles. Elle utilise les propriétés bien connues des couples thermo-électriques, mais comme en général il est nécessaire que leur résistance soit faible et que sous l'influence d'un courant,

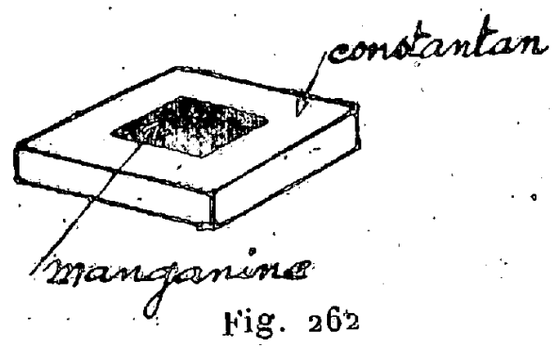


Fig. 262

l'équilibre thermique soit rapidement atteint, ces couples ont été construits de la façon suivante : Une cavité rectangulaire (fig. 262) est creusée dans un bloc de constantan et cette cavité est exactement remplie par un bloc de manganine soudé à l'argent avec le constantan ; on utilise la quantité minimum de soudure nécessaire. Par des laminages successifs, l'épaisseur du bloc ainsi formé est réduite à une valeur de l'ordre de quelques microns. On peut ensuite découper dans cette feuille des lamelles de forme indiquée par la fig. 263. Une telle lamelle est noircie d'un côté par un vernis de charbon colloïdal et elle est légèrement soudée à ses extrémités sur un support analogue au support d'un filament de lampe à incandescence ; le tout est monté dans un tube de verre où on fait le vide

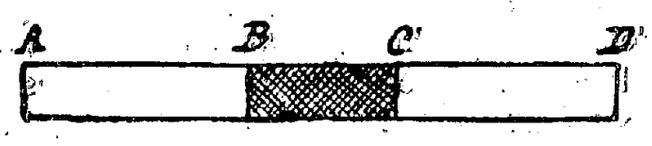


Fig. 263

(fig. 264). On relie ensuite les broches du tube à un galvanomètre sensible.

Ceci posé, si on projette un faisceau lumineux sur la portion BC, il se produira, en général, dans le galvanomètre un courant dû au chauffage inégal des soudures B et C. Mais, en déplaçant convenablement le thermo-relais, on peut arriver à annuler ce courant ; les f.e.m. thermo-électriques produites en B et C sont alors égales et évidemment de sens contraires. Pour amplifier les déviations d'un premier galvanomètre, on opère donc de la façon suivante (fig. 265) : une source lumineuse, assez puissante, d'intensité bien constante, obtenue par exemple à l'aide d'une lampe à incandescence alimentée par une batterie d'accumulateurs, éclaire une fente rectangulaire accolée à une lentille qui concentre la lumière sur le miroir du galva-

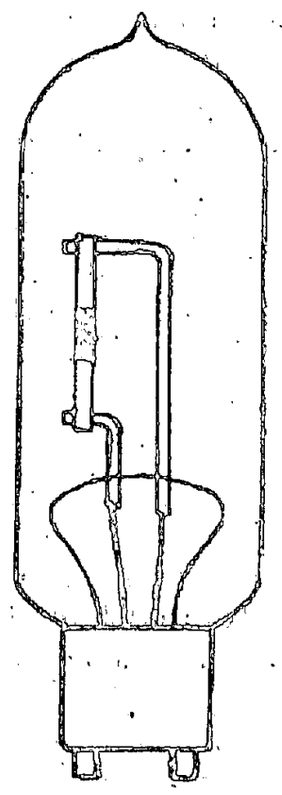


Fig. 264

nomètre. Le faisceau est réfléchi par le miroir de ce galvanomètre et est concentré à l'aide d'une seconde lentille, de manière à former une image de la fente rectangulaire sur la lamelle du thermo-relais. A l'aide d'une lentille cylindrique, l'image a la forme d'une ligne lumineuse et on ajuste le tout de façon que cette ligne se déplace le

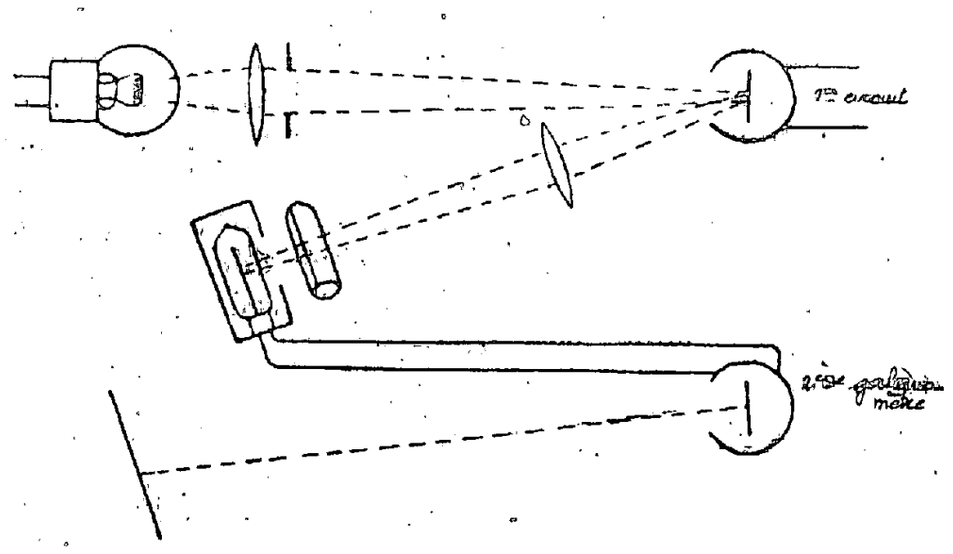


Fig. 265

long de la partie ABCD de la lamelle. Il faut noter que le réglage est fait de façon que la lamelle est au foyer pour les radiations infra-rouges à cause de l'effet calorifique à obtenir. A l'aide d'un écrou, on peut déplacer latéralement le thermo-relais de façon qu'aucun courant ne passant dans le premier galvanomètre, il en soit de même dans le second. Mais, on voit immédiatement que si le premier est traversé par un courant, il y a déplacement de la fente lumineuse sur le thermo-relais, d'où production d'un courant thermo-électrique dans le second galvanomètre.

En utilisant une telle méthode, des amplifications de 100 et même 500 ont été obtenues et, par suite de la finesse des lamelles, la constante de temps de l'appareil est faible. En utilisant comme second galvanomètre un appareil de petite période, la déviation définitive est atteinte

dans un temps de l'ordre de 2 à 3 secondes. Ses courants de l'ordre de 10^{-11} ampères traversant le premier galvanomètre peuvent produire une déviation de 1 mm. pour le spot du deuxième galvanomètre. On peut ainsi déceler des courants de cet ordre mais la mesure exacte de leur intensité est très difficile, à peu près impossible, car on se trouve limité par les mouvements browniens de la bobine du premier galvanomètre qui produisent des déviations inévitables. Il est bien entendu que même pour des courants moins faibles ,il faut prendre des précautions sévères : protection contre les effets de charges électrostatiques, contre les f.c.m. de contact, les différences de température de différentes natures, etc. Quoi qu'il en soit, il semble que l'appareil ainsi constitué puisse rendre des services appréciables dans différents domaines de la physique, particulièrement en radio-électricité.

P. Abadie.

Chimie physique

La structure des silicates. — Poursuivant ses recherches sur la structure cristalline, à partir des spectres de rayons X, W. L. Bragg a entrepris l'examen des silicates. (1).

Les silicates, très abondants dans la croûte terrestre, sont cristallographiquement trop complexes pour que la méthode générale d'investigation leur soit applicable. W. L. Bragg a été guidé par la prépondérance des atomes d'oxygène dans ces structures. Les atomes d'oxygène, du fait qu'ils constituent les unités les plus grosses et les plus nombreuses du réseau, contraignent, en effet, les autres atomes à respecter certains de leurs arrangements caractéristiques simples.

Une de ces arrangements est celui de quatre sphères dont chacune repose sur les trois autres.

Un autre arrangement est celui des six sphères, reposant les unes sur les autres trois par trois. D'un point de vue différent, on peut envisager cet arrangement comme celui de quatre sphères disposées en carré, d'une cinquième sphère posée sur les trois premières, et d'une sixième posée symétriquement au-dessous.

Parmi les atomes d'oxygène, disposées d'une de ces manières, un atome de quelque autre élément est susceptible de venir s'intercaler. Les atomes de sodium, de potassium et de calcium paraissent rompre au besoin la régularité en écartant même l'atome d'oxygène qui en occuperait le centre. Les autres éléments se caseraient simplement dans les interstices.

Selon la pittoresque expression de W. L. Bragg, tout se passe comme si, sur un canevas d'atomes d'oxygène, venait se broder le réseau complexe des autres atomes.

Dans les deux sortes d'arrangements dont il vient d'être question, on peut assimiler les atomes d'oxygène, équidistants les uns des autres, à des sphères tassées dans l'espace minimum. Pour un silicate donné, c'est à partir du volume de chaque atome d'oxygène dans la maille que se détermine le tassement.

Comme illustration, W. L. Bragg cite, entre autres, le cas du disthène, silicate d'aluminium répondant à la formule Al^2SiO^5. Dans le cristal-unité, chaque atome d'oxygène ne correspond qu'au petit volume 1,50 Å cubes (2). On en conclut que les atomes d'oxygène s'y trouvent étroitement tassés. L'hypothèse, qui se vérifie immédiatement aux rayons X, est encore corroborée par la valeur élevée 1,72 de l'indice de réfraction, car à cause de la forte réfringence des atomes d'oxygène, un tassement de ce genre impose que l'indice de réfraction ne soit pas inférieur à 1,7. L'effet global de la cellule cristalline sur les rayons X est la somme des effets partiels des atomes constituants. Au rèseau simple et intense de la maille cubique à faces centrées que fournissent les atomes d'oxygène, se superpose le réseau complexe des atomes d'aluminium et de silicium, superstructure du premier.

Selon W. L. Bragg, les structures analysées nous amèneraient à réviser nos idées sur la molécule chimique. Par exemple, il faudrait admettre que, dans le chlorure de sodium, il n'y aurait pas, à proprement parler, de molécules représentées par NaCl. L'égalité du nombre des atomes de sodium et de chlore ne serait qu'un résultat de géométrie, et nullement la conséquence d'un accouplement atomique. L'absence de molécules, suggérée par l'étude de silicates, ne se rencontrerait, en général, que dans le domaine inorganique.

S. V.

(1) *Nature* (de Londres) 17 septembre 1927.
(2) Une unité angstrom équivaut à 10^{-8}.

Psychiâtrie

Les réactions antisociales au cours de l'encéphalite épidémique. — Le virus de l'encéphalite épidémique ne détermine pas seulement l'apparition d'une tendance continuelle à la somnolence, de troubles oculaires, de secousses myocloniques, de hoquet, de raideur musculaire ou d'agitation choréique, il cause chez certains malades des troubles mentaux qui évoluent tantôt pendant la phase aiguë de la maladie, tantôt pendant la phase chronique.

Ainsi que vient de l'exposer très clairement le Dr Fribourg-Blanc, dans un article aussi intéressant au point de vue clinique qu'au point de vue médico-légal, ces troubles mentaux sont d'ordre très différent suivant la période durant laquelle ils apparaissent.

Les troubles psychiques de la phase aiguë, auxquels il faut assimiler ceux de la période prodromique et ceux des rechutes infectieuses, se rencontrent aussi bien chez l'adulte que chez l'enfant.Ils sont de nature délirante et s'accompagnent d'inconscience et d'amnésie. Les réactions antisociales, c'est-à-dire les actes délictueux commis sous leur influence, ne peuvent être considérés comme engageant la responsabilité des malades, car on doit admettre que ceux-ci ont agi en état de démence (*Annales de Médecine Légale*, juillet 1928).

Dans la phase chronique ou post-encéphalitique, les troubles mentaux sont constitués par des altérations du caractère ou de l'humeur et par des perversions du sens moral. D'après M. Fribourg-Blanc, ils se traduisent par l'instabilité, l'irritabilité, l'impulsivité, l'inadaptabilité au milieu social et la libération des instincts pervers. On les observe électivement chez l'enfant, mais ils existent parfois chez l'adulte. Ils ont été rapprochés des manifestations morbides que présentent les pervers instinctifs constitutionnels, mais ils s'en distinguent par la conservation de l'affectivité, l'absence d'amoralité foncière et la variabilité des réactions. Les tares héréditaires, ainsi que les antécédents psycho-névropathiques personnels, peuvent favoriser chez les encéphalitiques l'apparition de ces troubles du caractère et du sens moral. Toutefois, chez des sujets non prédisposés, l'encéphalite peut, à elle seule, déterminer le même syndrôme mental. Contrairement à celles de la phase aiguë, les réactions antisociales causées par les troubles mentaux post-encéphalitiques sont conscientes,sans cependant s'accompagner de préméditation ou du désir arrêté de nuire. Déclanchées par l'impulsivité et l'absence d'action frénatrice de la volonté, elles sont sui-

vies de regrets sincères et de promesses d'amendement, promesses bien rarement tenues, il est vrai.

Lorsque l'encéphalite atteint des pervers constitutionnels on observe généralement une notable aggravation du syndrôme mental post-encéphalitique; dans ce cas les réactions antisociales sont plus dangereuses et peuvent s'accompagner de préméditation, de malignité et de satisfaction perverse.

De l'examen de très nombreuses observations auquel s'est livré M. Fribourg-Blanc, il résulte que ces réactions antisociales peuvent se diviser en deux groupes. Les unes sont bénignes comme la simulation, la pithiatisme et la mythomanie, le refus d'obéissance, la rébellion, le sommeil en faction, les fugues et le vagabondage. Le groupe des réactions graves est constitué par le suicide, les réactions d'ordre sexuel, les vols, les voies de fait et les meurtres. Elles sont souvent associées chez le même sujet.

Bien qu'elles soient très fréquentes, elles n'occasionnent que relativement peu de poursuites judiciaires, car il ne s'agit généralement que d'actes délictueux peu graves commis le plus souvent par des enfants. Les délinquants post-encéphalitiques sont des malades qu'il faut soigner médicalement et placer dans les conditions les plus favorables pour éviter les récidives de leurs délits. Pour les actes délictueux sans gravité commis par des sujets parfaitement normaux, la surveillance peut être confiée à la famille, à un patronage (enfants), ou à un service de prophylaxie mentale (adultes). Dans la plupart des autres cas l'hospitalisation s'impose ou même, parfois, l'internement dans un asile d'aliénés, à condition que les malades puissent y recevoir le traitement nécessité par la nature spéciale de leur affection.

En un mot, dans les réactions antisociales résultant des troubles mentaux de l'encéphalite épidémique, réactions dont la connaissance est si importante au point de vue médico-légal, il faut, comme le dit si bien M. Fribourg-Blanc, ne jamais perdre de vue que les perversions morales, invariables chez le pervers constitutionnel, sont susceptibles de guérison ou tout au moins d'atténuation chez l'encéphalitique.

A. B.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Agronomie

Le climat du blé dans le monde (1). — Lorsqu'en avril 1927 les membres de la Conférence Internationale du Blé, réunie à Rome à l'Institut International d'Agriculture, prirent connaissance des rapports présentés ils furent surpris d'y trouver un travail de plus de 1100 pages, consacré à l'étude comparée des conditions de développement du blé dans tous les pays du monde.

Si le blé est étudié d'une façon toute spéciale par les Italiens, c'est que sa production est une des premières conditions du développement du pays. Mais la vaste enquête internationale qui aboutit au travail qui était présenté à la Conférence dépasse de beaucoup le but d'être utile à l'Italie. C'est un véritable Traité qui permettra de développer non seulement les études, mais aussi la culture du blé dans tous les pays où elle sera possible. C'est donc vraiment une œuvre d'agriculture internationale qui, à ce titre, doit intéresser tout le monde, c'est-à-dire tous ceux qui consomment du pain, et par conséquent une fraction considérable de l'humanité.

Pour réunir à l'Institut International d'Agriculture les données comparatives sur le climat du blé dans les divers pays, M. Azzi a adressé, aux directeurs des institutions et des services agricoles des différents pays, un questionnaire comprenant des demandes très nettes dont voici un résumé. La lecture des questions posées permet de se rendre compte du but de l'ouvrage.

1° Indiquer les phénomènes météorologiques nuisibles au froment. Donner pour chacun d'eux la fréquence approximative pendant une période de dix ans, en indiquant de quelle façon et à quel moment de la période végétative leur action nuisible se manifeste.

2° Parmi ces phénomènes, lequel est le plus nuisible?

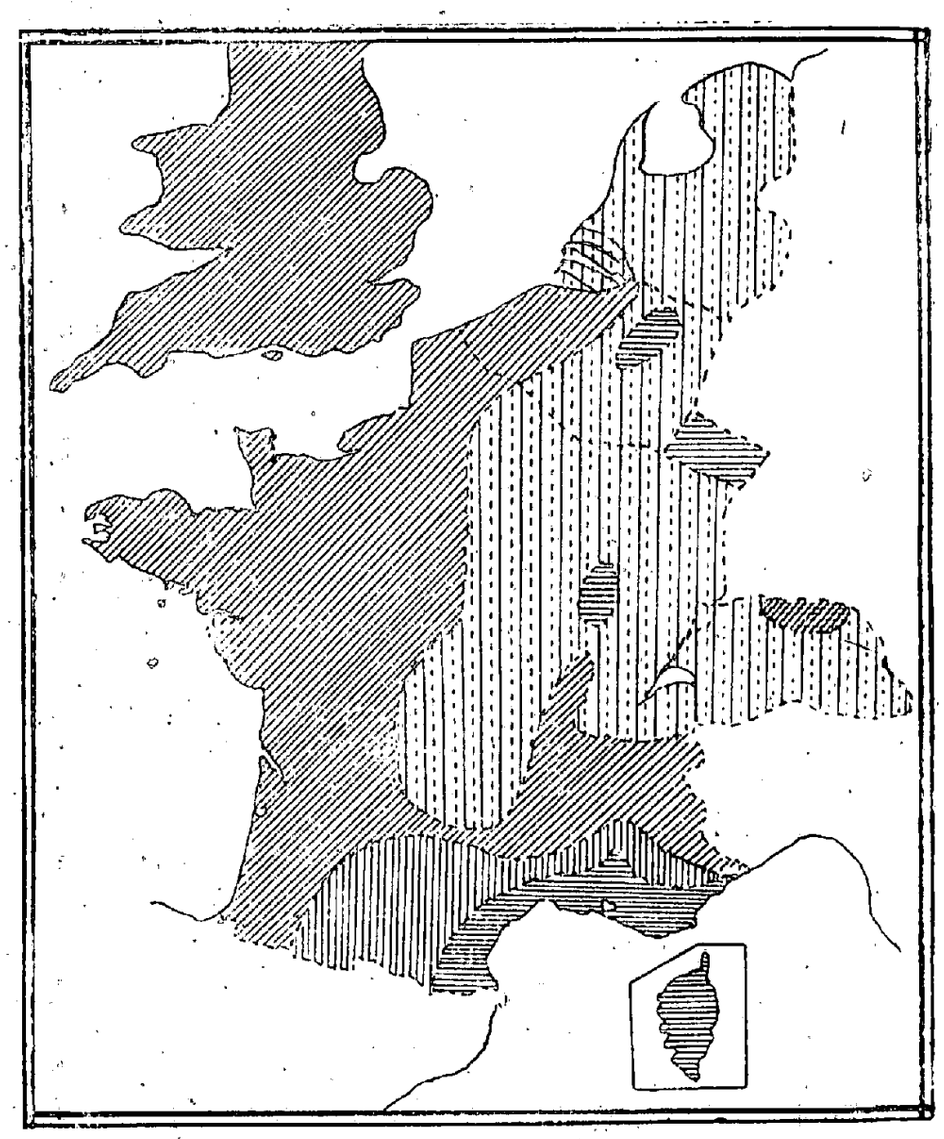
3° Maladies et insectes nuisibles, conditions météorologiques (du milieu en général) qui en favorisent ou en entravent l'apparition et la diffusion.

4° Variétés de froment cultivées en indiquant pour chacune d'elle :

a) Le pourcentage de l'aire occupée par les emblavures totales;

b) Signaler si elle tend à augmenter ou à diminuer, et pour quelles causes;

c) Comportement vis-à-vis des calamités ambiantes.



Sèche, Interm^re, Humide, Froide.

Fig. 266. — Zones de culture du blé.

D'après le Pr. Dr G. Azzi.

5° Si possible, établir une échelle des variétés par rapport à leur degré de résistance aux diverses adversités.

6° Date du commencement des semailles, de l'épiage, de la récolte.

7° Limite altimétrique de la culture.

Le nombre de réponses, parvenues de 81 pays différents,

(1) D'après le Pr. Dr G. Azzi.

a dépassé 500, rédigées en nombreuses langues (1). Ces réponses traduites et résumées constituent les éléments d'une documentation tout à fait précieuse.

Il est certain que dans un travail de ce genre, on peut à loisir faire quelques critiques faciles comme par exemple : disproportion entre les chapitres relatifs aux différents pays, si l'on considère l'importance relative du blé, etc.

Si des critiques ont été formulées, il n'en est pas moins vrai que dans un labeur de ce genre on ne considère que le but utilitaire et par surcroît une voie nouvelle dans laquelle pourront s'engager toute une pléiade de chercheurs.

*
* *

On ne doit pas perdre de vue que, dans une étude comparée sur la culture du blé, le rendement est fonction de deux facteurs prépondérants :

1° La *productivité*, qualité intrinsèque de la variété de blé considérée, c'est-à-dire sa capacité de production lorsqu'elle dispose des aliments et des conditions favorables de toutes natures réunies.

2° La *résistance* de cette variété aux calamités (conditions défavorables : météorologiques, parasitaires, biologiques, etc.)

Le *rendement* — et sur ce point M. Azzi insiste particulièrement — en est une résultante. c'est la combinaison des caractères de productivité et de résistance. On n'a donc pas, logiquement, le droit de parler du « rendement » d'une variété de blé.

Ceci étant nettement posé, on n'a aucune peine à saisir l'importance des études de climatologie appliquée au blé, d' « écologie du blé », et à tirer de ces études les conséquences pratiques qu'elles comportent. Pour une même variété de blé, cultivée sous plusieurs climats différents, on s'aperçoit de suite qu'à chaque condition climatique correspond une limite de production.

Si l'on observe un blé pendant 10 ans sous le même climat, au même endroit, on le voit soumis à un cycle des principales conditions météorologiques qu'il peut subir en cet endroit. La moyenne des 10 observations, permettra une intéressante conclusion sur l'intérêt pratique de la culture de cette variété. Cette conclusion pratique peut se chiffrer. C'est ainsi que M. Azzi a établi des tableaux résumant les observations et permettant de voir immédiatement,soit quelles conditions de milieu un blé peut rencontrer dans une région, soit quels caractères de résistance présente une variété de blé déterminée. Ces deux séries complémentaires de renseignements, n'ont jamais été si nettement, et en si grand nombre, mises à la portée des agronomes. Avec ces données, lorsqu'on veut introduire un blé dans une région, on peut voir si les caractéristiques du climat correspondent avec les exigences de ce blé ou inversement, si les conditions de milieu requises par ce blé lui seront servies par le climat.

On pourra donc relever facilement les noms de variétés de blé, signalées en des pays souvent très lointains, comme doués de qualités qu'on souhaite voir à ses propres blés.

Il est donc certain que sur les données de cette vaste enquête internationale, sur les conditions climatiques du blé. on organisera un nombre considérable d'essais.

Jusqu'à présent on ne possédait sur chaque région où le blé est cultivé que des renseignements hétérogènes. M. Azzi a dû fixer une méthode générale pour caractériser le climat du blé.

Ainsi, en ce qui concerne la pluie, on a été amené à considérer non seulement la quantité totale annuelle de pluie qui tombe dans une région, mais les différentes quantités qui tombent pendant chaque phase de la période végétative du blé, c'est-à-dire : *période automnale* des semailles, à l'arrêt de la croissance, *période hivernale* du début à la fin du tallage et à la reprise de la végétation au printemps, *période printanière* de la reprise de la végétation jusqu'à l'épiage, *période estivale*, de l'épiage à la maturation et à la récolte.

L'examen d'un tableau des pluies réparties en ces 4 sous-périodes de la végétation du blé renseigne d'une façon très précise sur la façon dont les besoins en eau du blé à ses diverses phases seront satisfaits.

Il est évident que, connaissant, d'une part pour la région étudiée, la répartition de la pluie dans ces diverses périodes de la végétation du blé, comme d'autre part on connaît aussi les caractères de diverses variétés de blé relativement à leurs exigences en eau et la durée de leur végétation, on conçoit qu'il est possible de déterminer quelles sont les variétés qui auront le plus de chance de donner de bons résultats dans la région.

Ce que nous venons de voir pour la quantité d'eau dans ses rapports avec le blé, nous pourrions le constater parallèlement pour d'autres caractères climatiques : extrêmes, et situations des températures pendant les diverses sous-périodes de végétation du blé. Et parallèlement aussi : résistance des blés divers aux températures extrêmes, etc.

Des tableaux indiquent très nettement, pour les diverses régions, les caractères climatiques, et pour les divers blés, les caractères de résistance (ou de sensibilité) aux calamités ambiantes (météorologiques, maladies et ennemis).

Dans les tableaux, on peut choisir des blés présentant des caractères capables de les rendre aptes à être cultivés sous des climats présentant des exigences déterminées, et on pourra aussi leur demander de servir à créer des races nouvelles par hybridation en combinant les caractères de résistance aux diverses adversités qui se rencontrent dans une région, etc.

Ces données caractéristiques par région et par variétés sont complétées par des cartes qui indiquent, au moyen de courbes, les zônes où les blés ont à souffrir du froid, de l'excès de chaleur, de l'insuffisance, de l'excès des pluies. Des cartes des isophanes, renseignent sur les époques de la moisson, dans les divers pays. D'autres indiquent la répartition des variétés de blé. Enfin une très belle carte, en couleurs, résume sur une projection de Mercator, pour tout l'Univers, les conditions écologiques de la culture du blé : sur le planisphère, se détachent de la façon la plus nette les zônes aride froide, aride chaude, humide froide, humide chaude etc., considérées au point de vue de la culture du blé.

L'abondance de tableaux de caractéristiques et le grand nombre des cartes disséminées dans l'ouvrage rendent facile le dépouillement de cette grande masse de documents.

L'abondance de la documentation constitue un travail en même temps analytique et synthétique, capable de faire progresser considérablement, le problème qui se pose si impérieusement et qui devient, jusqu'à un certain point, menaçant pour la génération de demain.

Laurent Rigotard,
Ingénieur agronome.

(1) M. Azzi parlant plus de 16 langues en a effectué le dépouillement avec la facilité que l'on conçoit.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 13 août 1928.

THÉORIE DES PROBABILITÉS. — *E. Slutsky* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur le critérium de la convergence stochastique des ensembles de valeurs éventuelles.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Silvio Minetti.* — **Sur une égalité dans la théorie des fonctions entières.**

PHYSICO-CHIMIE. — *Eugène* (prés. par M. Léon Guillet). — **Anomalies du recuit après écrouissage du cuivre et des laitons.**

L'étude de l'influence du recuit sur les propriétés mécaniques du cuivre et des laitons a montré que les anomalies affectent non seulement la dureté, mais encore l'aptitude à l'emboutissage avant rupture à l'essai Ericksen et, à un degré moindre, l'allongement pour 100 à l'essai de traction lente.

En outre une anomalie présentant les mêmes caractéristiques se manifeste immédiatement avant le début de la zone de germination.

L'anomalie qui, dans le cuivre marque la fin de la zone de germination est, toutes choses égales d'ailleurs, plus intense que l'anomalie qui précède cette zone.

CHIMIE PHYSIQUE. — *H. Muraour* (transm. par M. Ch. Moureu). — **Sur les lois de combustion des poudres colloïdales.**

L'aire totale $\int p\,dt$ caractéristique d'une poudre donnée n'est pas modifiée si, à une partie de cette poudre, on substitue une poudre de vivacité différente, quelle que soit la température des gaz émis par la poudre ajoutée.

Il semble que par suite de l'émission continue, la masse gazeuse qui entoure les brins ne peut entrer en contact avec la surface de la poudre. Celle-ci n'est portée à sa température de décomposition que par la couche gazeuse immédiatement en contact et émise par elle.

La masse gazeuse qui entoure les brins en combustion agit donc uniquement par sa pression et non par sa température.

— *G. Valensi* (prés. par M. Perrin). — **Sur l'action de l'azote sur le manganèse.**

Lorsqu'on chauffe sous 760 mm. d'azote pur du manganèse pyrophorique obtenu par distillation de son amalgame, il absorbe des quantité de ce gaz qui sont fonction de la température et qui décroissent de 15,5 p. 100 de manganèse à 350°, seuil expérimental de la réaction, jusqu'à 6 p. 100 à 1030°. C'est ce qui explique les nombreuses formules d'azotures qui ont été proposées.

CHIMIE MINÉRALE. — *A. Travers* et *Sehnoutka* (prés. par M. Matignon). — **Sur l'aluminate tricalcique hydraté.**

Les auteurs ont préparé l'aluminate tricalcique très pur par la méthode suivante : on prépare *a*) une solution à 5 p. 1000 d'aluminate de potassium hydraté; *b*) une solution à 5 p. 100 de nitrate de chaux; *c*) à la solution de nitrate, on ajoute par litre, 100 à 150 cent. cubes d'eau de chaux saturée. On mélange 1 litre de la solution *a* avec 1 litre du mélange *b* et *c* : on obtient au bout de quelques heures de superbes aiguilles, analogues au sulfoaluminate de Candlot et répondant à la formule :

$$Al^2O^3,\ CaO.\ 21\ H^2O.$$

La zone de pH où il se forme peut être fixée entre 11,55 et 11,62.

Ce sel avait été considéré comme inexistant par Lafuma.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Bourguel* et *Rambaud* (transm. par M. Ch. Moureu). — **Détermination de la configuration spatiale d'un couple d'isomères *cis-trans*-éthyléniques.**

Une nouvelle étude de la configuration spatiale du couple des tétraméthylbuténediols ont conduit les auteurs à une conclusion qui contredit nettement celle de M. Salkind qui avait attribué au glycol α la constitution *cis* et au glycol β, la constitution *trans*.

Or le glycol β (F = 69°-70°) est l'isomère *cis;* quant au glycol α (F = 76°-77°) ce n'est pas un composé défini, mais une solution solide du *cis* et d'un glycol *trans* que MM. Bourguel et Rambaud ont isolé (F = 101°) et qu'ils appellent glycol γ. La solution solide est formée d'environ 83 p. 100 de β et de 17 p. 100 de γ.

— *A. Willemart* (transm. par M. Ch. Moureu). — **Contribution à l'étude des hydrocarbures colorés de la famille du rubrène.**

L'auteur cherche comment on pourrait parvenir à de nombreux hydrocarbures de la famille du rubrène et, dans ce but, il a entrepris une étude systématique ayant pour objet de fixer les conditions que doivent remplir les radicaux R_1, R_2 et R_3 pour donner la suite des réactions qui ont fourni le premier terme qui est le rubrène lui-même.

L. Franchet.

LITHOLOGIE. — *A. Lacroix.* — **Nouvelles observations sur les laves des îles Marquises et de l'île Tubuai (Polynésie australe).**

L'auteur donne la description des roches recueillies, dans les Marquises, à Nu ku Hiva, à Ua-Huka et à Ua-Pu. Dans les deux premières îles, on rencontre les mêmes types lithologiques, avec les mêmes caractéristiques minéralogiques. La roche de Ua-Pu consiste en basalte doréitique β, associé à une *phonolite*, ce qui prouve que cette île constitue un centre distinct lithologiquement des volcans des deux autres îles du groupe.

GÉOLOGIE. — *P. Russo* et *Mme L. Russo* (transm. par M. Ch. Depéret). — **Premières observations géologiques sur le Rif septentrional.**

On a de la mer à la nappe principale : 1° un anticlinal charrié de Lias reposant en carapace sur le Nummulitique et se résolvant en îlots au sud du Boccoya; 2° le Nummulitique gréso-marneux jaune et vert disposé en synclinal dans le pays situé au sud de Boccoya passant peu à peu aux hautes altitudes, reposant normalement sur du Crétacé schisteux sans que la limite entre eux puisse être nettement définie; 3° ce Crétacé repose à son tour sur du Jurassique moyen; un anticlinal se dessine et forme la haute crête rifaine quartzitique; 4° un nouveau synclinal précède l'anticlinal liasique de l'Azrou (nappe principale du Rif).

MÉCANIQUE ANIMALE. — *A. Magnan* et *A. Sainte-Laguë* (prés. par M. H. Vincent). — **Sur l'équilibre statique des Poissons.**

Les observations ont été faites à l'Aquarium de Nice sur un gros Black-bass qui restait pendant des temps fort longs à la même place, à peu près à la même distance du fond et de la glace. Dès le premier examen, on se rend compte que si le corps du poisson garde une immobilité impressionnante, par contre ses nageoires sont constamment en mouvement.

Si on lui coupe toutes les nageoires, on constate aussitôt que, malgré les contorsions de son corps, il chavire facilement, se montre fréquemment le ventre en l'air.

seule position qu'il puisse alors occuper quand il reste sur place. Si on lui laisse seulement la caudale ou les pectorales, le poisson parvient, par des battements plus énergiques de la queue ou des pectorales, à se maintenir le dos en haut à la même place. Ces nageoires seules suffisent par leurs mouvements pour donner au corps une immobilité presque complète et pour l'empêcher de tourner sous l'action du couple créé par la position du centre de poussée par rapport au centre de gravité.

PATHOLOGIE. — *K. Toumanoff* (prés. par M. E. Leclainche). — **Au sujet de l'aspergillomycose des abeilles.**

L'infection expérimentale des abeilles par *Aspergillus flavus* se réalise assez facilement. La pullulation du champignon dans le corps de l'insecte ne s'effectue qu'assez rarement, tout au moins avec les souches employées. Les filtrats de l'*Aspergillus flavus* possèdent une propriété toxique pour les abeilles. On peut supposer que la mortalité des abeilles à la suite d'infection par *Asp. flavus* peut, dans certains cas, résulter de l'intoxication des abeilles par des produits toxiques élaborés par le champignon, dans l'intestin de l'abeille, et libérés sous l'action des sucs digestifs de l'estomac.

P. Guérin.

Séance du 20 août 1928.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Krawtchonk* (transm. par M. Hadamard). — **Sur la convergence de quelques procédés de l'intégration approchée des équations différentielles.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *N. Kryloff* (transm. par M. Hadamard). — **Sur la méthode des réduites pour la solution approchée des problèmes de la physique mathématique.**

ASTRONOMIE. — *N. Stokyo* (prés. par M. Bigourdan). — **Sur un cas d'équation d'éclairage dans les observations méridiennes de passages.**

— *G. Bigourdan.* — **L'Observatoire, les instruments et les observations de Delambre à la rue Sainte-Avoye.**

Cette Note est consacrée aux travaux de Delambre et aux moyens d'actions dont il disposait.

SISMOLOGIE. — *E. Rothé, J. Lacoste* et *Y. Dammann* (prés. par M. Bigourdan . — **Tremblements de terre en France en 1927.**

Les auteurs donnent la statistique des dix-sept tremblements de terre bien caractérisés qui ont été ressentis en France en 1927. Ils signalent que c'est principalement en Bretagne et en Normandie que semble, actuellement se manifester, en France, l'activité sismique.

SPECTROSCOPIE. — *A. Cotton.* — **Sur le montage automatique d'un réseau concave par le procédé de H. C. Richards.**

M. Cotton signale que les observations qu'il avait présentées (*C. R.*, 186, 1928, p. 192) relatives au montage de Eagle des réseaux concaves, avaient été publiées antérieurement, en 1912, à Philadelphie, par H. C. Richards dans les *Proceedings of the American philosophical Society.*

ÉLECTROCHIMIE. — *V. Karpen* (prés. par M. Paul Janet). **Nouvelles recherches sur des piles contredisant le second principe de la thermodynamique.**

L'auteur continue dans cette Note l'exposition des expériences qu'il a commencé à décrire précédemment (*Bull. Soc. fr. de Physique*, 1926 et *C. R.*, 185, 1927, p. 766 et 942, et 186, 1928, p. 230) et qui tendent à démontrer l'existence de piles électriques (piles K), dont le fonctionnement n'entraîne aucune modification des éléments dont elles sont formées, leur énergie étant entièrement et indéfiniment empruntée au milieu environnant. Les nouveaux résultats obtenus semblent confirmer les conclusions tirées des expériences antérieurement décrites et tendant à prouver la contradiction du second principe de la thermodynamique par les piles K.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Ch. Moureu, Ch. Dufraisse* et *L. Euderlin.* — **Recherches sur le rubrène. Constitution du rubrène.**

En oxydant le rubrène par l'acide chromique dans des conditions expérimentales déterminées, on réussit à isoler des proportions notables d'orthodibenzoylbenzène $C^{20}H^{14}O^2$.

La production de cette substance correspond à la coupure d'une molécule de rubrène $C^{42}H^{26}$ sans perte d'hydrogène, avec perte de carbone (2 atomes) et avec addition de 4 atomes d'oxygène. Les auteurs indiquent la formule qui semble rendre le mieux compte d'une telle scission : d'une part, en effet, on y voit précisément 2 atomes de carbone non porteurs d'hydrogène et situés dans une position qui doit les rendre particulièrement sensibles à l'attaque oxydante; et, d'autre part, elle permet de concevoir d'une manière très simple la formation du dibenzoylbenzène.

— *G. Vavon* et *Crajcinovic* (transm. par M. Moureu). — **Sur l'hydrogénation du nitrobenzène par le noir de platine.**

On effectue l'hydrogénation du nitrobenzène en présence d'aldéhyde benzoïque ou de pipéronal. Suivant qu'on arrête l'opération après fixation de 2 ou 3 molécules d'hydrogène, on recueille la nitrine ou son hydrure. Ce dernier étant plus difficile à purifier que la nitrone, les auteurs ont cherché à isoler celle-ci et ont trouvé que les meilleurs rendements étaient obtenus après fixation de 1 mol. 8 d'hydrogène par molécule de nitrobenzène. Dans ces conditions on isole, à côté de la nitrone, un peu de son hydrure; comme, d'autre part, il peut rester du nitrobenzène inaltéré et qu'une partie de la phénylhedroxylamine a pu échapper à la condensation, il en résulte que la majeure partie du nitrobenzène passe bien par le terme phénylhydroxylamine. L. Franchet.

LITHOLOGIE. — *A. Lacroix.* — **Nouvelles observations sur les laves des îles Sous-le-Vent de l'archipel de la Société.**

La constitution de ces laves est très inégalement connue. Iddings a signalé à Tahaa des basaltes porphyriques à olivine et une dolérite. A ces roches, il faut ajouter tout d'abord un *basalte analcinifère* gris et surtout une *latite.* L'îlot Toopua renferme non seulement un basalte porphyrique à olivine et augite, mais, en outre, un gabbro à olivine et des pegmatitoïdes. Sur l'île de Maupiti, les roches prédominantes sont des laves basaltiques andésinique et labradorique; il y existe, comme à Tahaa, une roche leucocrate, mais elle est un peu différente, c'est une doréite.

MÉDECINE. — *H. Vincent.* — **Sur la sérothérapie anticolibacillaire. Résultats de son emploi dans les infections aiguës ou chroniques à *Bacillus coli*.**

Les indications de l'emploi du sérum anticolibacillaire sont nombreuses. Les injections de ce sérum peuvent, à elles seules, amener la guérison de la pyélonéphrite suppurée, aiguë ou chronique.

Introduits dans l'organisme brusquement et en proportion massive avec le sérum anticolibacillaire, les anticorps

spécifiques apportés par ce dernier peuvent (surtout lorsqu'il y a suppuration rénale, et à travers, la brèche laissée par celle-ci) passer en quantité suffisante dans l'urine et détruire ainsi les bacilles contenus dans le bassinet et la vessie, aussi bien que ceux qui végètent dans le parenchyme rénal.

GÉOLOGIE. — *Edouard Roch* (prés. par M. L. Cayeux). — **Sur les faciès du Jurassique au Maroc occidental.**

Les trois étages dont il est question dans cette Note (Jurassique rouge, Callovo-Oxfordien, Lusitanien) forment une frange de 70 kilomètres au maximum le long du bloc Djebilets-Grand Atlas. Au-delà, vers l'Est, c'est le Jurassico-Crétacé qui vient en contact avec le Permo-Trias et l'Hercynien. Tout milite en faveur d'un *massif émergé* à cette époque, non seulement dans l'Atlas, de la vallée de l'Aït Moussi à Telouet, mais aussi dans les Djebilets et la Méseta. C'est à l'hypothèse de M. Sayornin qu'il faut donc revenir. Par contre, la notion d'un « massif central du Haut-Atlas occidental » pendant le Crétacé ne s'impose pas d'une façon absolue.

PÉDOLOGIE. — *V. Agafonoff.* — **Sur quelques sols rouges de Cochinchine.**

Tous ces sols rouges résultent de la décomposition des basaltes. Cette décomposition se termine par la formation d'une couche considérable (5-6 m.) du sol rouge, composé principalement de bauxite, de stilphosidérite et de grains extrêmement fins d'aluminosilicates hydratés; cette dernière partie à grande « dispersion », qui contient les « éléments fertilisants », se trouve être justement le « complexe absorbant » (Gedroïtz), qui est la cause d'une telle ou telle structure du sol et d'une telle ou telle fertilité.

Parmi les formations obtenues par la décomposition du basalte, il y a lieu de citer les « bienhoa », concrétions ferro-argileuses de structure pisolitique.

PHYSICO-BIOLOGIE. — *Mme Hufnagel* et *de Nabias* (transm. par M. F. Mesnil). — **Le radium agit-il sur les Insectes au cours de leur métamorphose?**

Les auteurs ont étudié l'action des rayons gamma du radium sur la métamorphose des Insectes. Or, larves et nymphes ont reçu une assez grande quantité de ces rayons sans qu'il s'ensuive une modification ou une altération appréciable de leurs éléments constitutifs et sans que, en particulier, la prolifération caryocinétique des tissus imaginaux ait été frappée d'inhibition.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Edm. Sergent, A. Donatien, L. Parrot* et *F. Lestoquard* (prés. par M. Roux). — **Sur la lutte biologique contre la piroplasmose bovine due à *Theileria dispar*.**

Deux faits épizootiologiques: la theilériose bovine est une maladie de maison; la tique (*Hyalomma mauritanicum*) qui la transmet pique aussi le cheval, mais sans le contaminer. Deux conclusions prophylactiques : supprimer les gîtes par l'entretien des maçonneries; purifier les tiques de leur virus par l'alternance de la stabulation des chevaux et des bœufs.

— *C. Levaditi, P. Lépine* et *Mlle R. Schœn* (prés. par M. Roux). — **Propriétés spirochéticides du vanadium-élément. Astérogenèse autour de particules de *Va*.**

Le vanadium doit être compris parmi les corps thérapeutiquement actifs dans les spirochétoses, capables d'agir non seulement à l'état de dérivés inorganiques ou organiques, mais encore à l'état d'élément, et séparé d'autres métaux, tels que l'Au, lesquels sont inagissants au même état d'élément.

Le milieu servant d'excipient au métal joue un rôle important quant à l'élaboration locale des principes spirochétiques actifs (*complexes métalliques*).

Les massues caractéristiques des microorganismes à formes actinomycosiques peuvent apparaître en dehors de l'activité vitale des éléments astérogènes. Des corps inertes, tels que le Te ou le Va, peuvent, dans certaines conditions, occasionner la formation de massues analogues.

P. Guérin.

NOUVELLES

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Le centenaire d'Octave Gréard.* — L'Université de Paris s'apprête à célébrer le centenaire de la naissance de son Recteur Octave Gréard. Le 10 novembre, dans le Grand Amphithéâtre de la Sorbonnee, au cours de la séance de rentrée de l'Université, le Recteur M. S. Charléty prononcera l'éloge de son prédécesseur. Le lendemain, 11 novembre, dans la matinée, cette commémoration se poursuivra par une cérémonie qui se déroulera à la Sorbonne et autour du monument élevé à Octave Gréard dans le square de Cluny, devant la maison qu'il a dirigée avec tant d'éclat. Des discours seront prononcés par les personnalités les plus qualifiées pour évoquer l'écrivain, le moraliste, l'administrateur, les aspects si variés de cette grande figure dont on a pu écrire « qu'elle a été, de l'aveu de tous, pendant un tiers de siècle, l'incarnation même de l'Université ».

Un Comité d'honneur du Centenaire est en voie de constitution.

— *Faculté de médecine.* — Année scolaire 1926-1927. — Le nombre des étudiants qui se sont présentés aux examens a été de :

1° Ancien régime	Ajournés	80	695
	Reçus	397	
	Thèses	218	
2° Nouveau régime	Ajournés	1.127	5.062
	Reçus	3.555	
	Thèses	380	
Total général			5.757

Chirurgiens dentistes :

Validation de stage	Inscrits	511
	Ajournés	214
	Admis	297
Examens de fin d'année	Ajournés	232
	Reçus	1.033

Statistique des étudiants :

Elèves docteurs	Français	607
	Etrangers	295
Elèves dentistes	Français	347
	Etrangers	51
Elèves sages-femmes		42
		1.342

Ces 1.342 élèves comprennent 1.075 hommes et 267 femmes.

Résumé :

Ont été reçus docteurs en médecine :

Français	Etudiants	157
	Etudiantes	42
Etrangers	Etudiants	86
	Etudiantes	13

Ont été reçues Sages-femmes :

Françaises	32
Etrangères	4

Ont été reçus Chirurgiens-dentistes :

Français	Etudiants	165
	Etudiantes	70
Etrangers	Etudiants	14
	Etudiantes	7

Bibliothèque

Nombre de lecteurs	75.432
Nombre de volumes communiqués	108.254
Nombre de volumes prêtés au dehors à 408 emprunteurs	3.692
Nombre de volumes prêtés à des Facultés de province	210
Les dons suivants ont été faits à la Bibliothèque :	
Thèses de doctorat en médecine	695
Thèses de l'Ecole vétérinaire d'Alfort	115
Thèses et écrits académiques des Facultés de Médecine et de Pharmacie et Ecoles vétérinaires de province	763
Thèses et écrits académiques des Universités étrangères	1.575
Etablissements français et étrangers et dons particuliers	2.964

— **Faculté de pharmacie.** — Année scolaire 1926-1927. — Le nombre d'étudiants ayant pris inscription a été de 888 dont 311 étudiantes.

Le nombre total des étudiants ayant fait acte de scolarité a été de 1291 dont :

1° Etudiants ayant pris dans l'année une ou plusieurs inscriptions en vue :

Du diplôme d'Etat	876
Du diplôme supérieur	»
Du diplôme universitaire	12

2° Etudiants immatriculés en vue :

Du certificat d'herboriste	105
Du diplôme universitaire	66
Sans grade	10

3° Etudiants ayant subi dans l'année des examens :

En vue d'inscriptions antérieures	20
Pour la validation de stage	202

Examens divers :

Elèves examinés	1.765
Elèves ajournés	416
Elèves admis	1.349

Dans le nombre des élèves admis, il y a 20 examens de doctorat.

Grades et diplômes :

Diplômes de pharmacien N. R.		121
Diplômes de 1re classe A. R.		34
Pharmacien supérieur		»
Certificat d'herboriste		67
Diplôme universitaire	Pharmacien	1
	Docteur	20
Total		243

au lieu de 218 en 1925-1926.

Bibliothèques :

Lecteurs :

Etudiants en pharmacie	20.104
Etudiants étrangers à la Faculté	5.017
Volumes communiqués sur place :	
Aux étudiants en pharmacie	42.127
Aux étrangers à la Faculté	8.070
Aux professeurs	21.106
Prêts au personnel de la Faculté	4.995

La Faculté a reçu en don 623 ouvrages.

(*A suivre*).

Facultés des sciences. — Par décret du 17 août 1928, celui du 10 mars 1928 est ainsi modifié :

Ar. 1er. — L'article 1er du décret du 9 janvier 1927 est ainsi modifié.

Art. 1er. — Le certificat d'admission au concours de l'école normale supérieure et des bourses de licence (section des sciences, groupes I et II), de l'école polytechnique, de l'école centrale des arts et manufactures, de l'école nationale supérieure des mines de Paris, de l'école nationale supérieure des mines de Saint-Etienne, de l'école supérieure de la métallurgie et des industries minières de l'université de Nancy et de l'école nationale des ponts et chaussées, est tenu, pour équivalent du certificat d'études supérieures de mathématiques générales en vue de la licence ès sciences et de l'agrégation des sciences physiques.

Art. 2. — Sans changement (*J. O.* 1er sept., p. 9936).

— Par décret du 21 août 1928, l'article 13 du décret du 22 janvier 1896, relatif au Certificat d'études supérieures des sciences, est ainsi modifié :

Art. 13. — L'admissibilité, l'admission, l'ajournement sont prononcés après délibération du jury.

L'admissibilité aux épreuves orales est valable pour la session où elle est acquise.

Losrqu'elle est obtenue avec une moyenne de 11 sur 20, pour l'ensemble des épreuves écrite et pratique, elle demeure toutefois valable pour une des trois sessions qui suivent celle où le candidat a été déclaré admissible, et dans la même faculté, sous réserve des dispositions des deux premiers alinéas de l'article 22 du décret du 21 juillet 1897. (*J. O.*, 1er septembre, p. 9935).

Facultés de médecine. — Un décret en date du 17 août 1928 fixe les conditions dans lesquelles les médecins et les étudiants en médecine de nationalité étrangère, admis à postuler le doctorat universitaire, mention médecine, peuvent être admis à postuler le diplôme d'Etat de docteur en médecine :

Art. 1er. — Les médecins et les étudiants en médecine de nationalité étrangère, admis à postuler le doctorat universitaire, mention médecine, pourront, en cas de naturalisation ultérieure et après avis du comité consultatif de

l'Enseignement supérieur public (commission de la médecine et de la pharmacie) être autorisés à postuler, avec dispense de scolarité et dispense partielle d'examens, le diplôme d'Etat de docteur en médecine, à la condition de justifier du baccalauréat de l'enseignement secondaire ou du diplôme d'Etat de docteur ès sciences, de docteur ès lettres ou de docteur en droit; ou du titre d'agrégé de l'enseignement secondaire (hommes, femmes).

Art. 2. — La dispense de scolarité pourra être totale pour ceux qui auront accompli, en France, le cycle complet des études en vue du doctorat universitaire.

La dispense d'examens ne pourra, en aucun cas, porter sur plus de trois épreuves.

Art. 3. — Le décret du 29 décembre 1906 est abrogé. (*J. O.* du 1er sept., p. 9936).

— *Examens de fin d'année.* — Un décret en date du 21 août 1928 réorganise les examens de fin d'année en vue du doctorat en médecine :

Art. 1er. — L'article 26 du décret du 10 septembre 1924, portant réorganisation des études médicales, est complété comme suit :

Art. 26. — Les quatrième et cinquième examens de fin d'année, les examens de clinique et la thèse doivent être subis devant la même Faculté.

Il ne peut être dérogé à cette règle que par une décision ministérielle prise après avis de la Faculté d'origine de l'étudiant et du comité consultatif de l'Enseignement supérieur public. (*J. O.*, 1er septembre, p. 9935).

Ecole Polytechnique. — Un emploi de Répétiteur titulaire de chimie, et, éventuellement, un emploi de Répétiteur adjoint et un emploi de Répétiteur auxiliaire du même cours, sont vacants.

Les candidats à ces emplois devront adresser leurs demandes au général commandant l'Ecole, 21, rue Descartes à Paris (5e), en y joignant un exposé de leurs titres et services (un imprimé spécial préparé pour cet exposé leur sera remis à la direction des études de l'Ecole).

Les demandes devront parvenir à l'Ecole avant le 1er octobre. Elles seront examinées par les conseils de l'Ecole en vue des présentations à faire au ministre.

Conservatoire national des Arts et Métiers. — Un concours pour six emplois de physiciens et chimistes au laboratoire d'essais s'ouvrira à Paris le 22 octobre 1928, à 9 heures.

Les candidats à ces emplois auront un délai d'un mois à partir du présent avis au *Journal officiel* pour adresser leur demande et le relevé de leurs titres au Conservatoire national des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin, à Paris.

Les candidats pourront prendre connaissance au laboratoire d'essais du conservatoire des conditions de recrutement, qui ont été déterminées par l'arrêté ministériel du 4 août 1928 (*Journal officiel* du 25 août 1928).

Les postes à pourvoir comprennent :

1° Trois emplois de physicien au laboratoire de Paris, dont deux pour la spécialité A prévue à l'arrêté précité et un pour la spécialité B;

2° Trois emplois de chimiste au laboratoire de Colombes (Seine), dont deux pour la spécialité A et un pour la spécialité B.

Les épreuves auront lieu à Paris, au Conservatoire nationale des Arts et Métiers, à l'exception des épreuves pratiques de chimie qui auront lieu à l'annexe du laboratoire d'essais, 22, boulevard d'Achères, à Colombes (Seine).

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Histoire de la physique, par E. Hoppe. Traduit de l'allemand par H. Besson. In-8° de 672 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 8 francs.

L'ouvrage, dont M. Besson nous donne une excellente traduction, constitue une histoire très consciencieuse et solidement documentée de la physique. Après deux courts chapitres consacrés l'un aux Grecs et l'autre au Moyen-âge, l'auteur aborde la partie essentielle de son sujet, qui est relative aux temps modernes. Il étudie successivement les grandes divisions de la physique, la mécanique, la chaleur, l'optique, l'électricité et le magnétisme, en examinant, pour chacune d'elles, les principales questions qu'elles comprennent. On suit fort nettement, dans chaque cas, la marche, souvent très tourmentée, qu'a suivie la pensée scientifique avant d'arriver aux conceptions actuelles. C'est là une étude fort instructive, non seulement pour les physiciens, professeurs ou étudiants, mais aussi pour les philosophes qui tiennent à baser sur des données précises les idées qu'ils peuvent se faire de l'évolution des doctrines, et des tâtonnements de la pensée à la recherche de la vérité. Il est agréable de constater la rare impartialité de l'auteur qui se base uniquement sur les textes authentiques pour fixer la part des savants dans chaque découverte, sans aucun souci de leur nationalité. Nous reprocherons seulement la disposition adoptée pour les références qui, au lieu d'être renvoyées, comme de coutume, au bas des pages, sont mises entre parenthèses dans le texte, ce qui ne facilite pas la lecture. A. Be

Le traumatisme de la naissance. Influence de la vie pré-natale sur l'évolution de la vie psychique individuelle et collective. Etude psychanalytique, par le Dr Otto Rank. In-8° de 400 pages. Payot, éditeur. Paris, 1928. — Prix : 20 francs.

Un tel livre mériterait pour chacun des chapitres qui le compose une discussion approfondie. Freudiens et antifreudiens pourront s'affronter à leur lecture. Pour nous, il suffira de signaler ce volume à l'attention de ceux qu'intéressent les questions si complexes de la psychanalyse.

Les titres des chapitres orienteront les lecteurs sur le contenu de cet ouvrage : La situation analytique, l'angoisse infantile, la satisfaction sexuelle, la reproduction névrotique, l'adaptation symbolique, la compensation héroïque, la sublimation religieuse, l'idéalisation artistique, la spéculation philosophique, les données psychanalytiques, l'action thérapeutique. Ce volume est dédié à Sigmund Freud. C'est dire l'esprit dans lequel il a été écrit.

L'ouvrage a été traduit de l'allemand par le Dr S. Jankelevitch. E. Po.

Traité de pharmacie galénique, par A. Astruc, professeur à la Faculté de Pharmacie de Montpellier. *Deuxième édition*. 2 volumes in-8° de 1345 pages avec 149 figures. N. Maloine, éditeur, Paris. — Prix : 130 francs.

Cette nouvelle édition a été soigneusement revisée, débarrassée de ce qui s'y trouvait par trop suranné et complétée par toutes les acquisitions nouvelles. Comme le dit fort bien l'auteur, la première édition de ce bel ouvrage établissait une sorte de transition entre l'ancienne pharmacie galénique et ce que celle-ci est actuellement ; tel qu'il est maintenant il constitue un tableau exact des mé-

thodes modernes à la fois plus rationnelles et plus pratiques.

Le nombre des pages s'est trouvé augmenté de 154. Le plan général n'a presque pas été modifié, toutefois, M. Astruc a eu l'heureuse idée de supprimer les renvois au Codex et de donner dans chaque cas utile, en petites caractères, les formules et modes opératoires des préparations officinales.

Ce remarquable Traité de Pharmacie galénique est, en quelque sorte, l'expression de l'excellent enseignement que l'auteur professe à la Faculté de Pharmacie de Montpellier depuis 26 ans; en parcourant ce bel ouvrage, on comprend aisément le succès des leçons qu'il reproduit. La précision des notions théoriques et des indications pratiques qu'on y trouve explique l'accueil si favorable qui lui a été fait dans les milieux pharmaceutiques où il rend autant de services aux praticiens qu'aux étudiants préparant des examens et des concours. Il présente, d'ailleurs, le plus grand intérêt pour les médecins qui pourront y puiser de précieux renseignements sur l'origine, la nature, le mode de préparation, etc..., de tous les médicaments galéniques; c'est le plus utile des compléments aux Traités de Pharmacologie et de Thérapeutique. A. B.

La Descendance. Théorie de la vie, par PIERRE-JEAN. In-8° de 238 pages, avec 26 figures dans le texte. Félix Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs .

Cet ouvrage complète et achève le bel édifice de synthèse biologique dont les assises avaient été posées dans la *Psychologie organique* et la *Psychologie neurale*. On connaît la position si originale adoptée par l'auteur : c'est exactement le contrepied de celle des biologistes contemporains, et notamment de M. Bounhiol, dont nous analysons d'autre part le récent travail. Partout où celui-ci ne voit que déterminisme physico-chimique et équations énergétiques, Pierre-Jean découvre une spontanéité de choix, une finalité consciente. L'hérédité, c'est la mémoire du germe. L'évolution des espèces est due à une longue accumulation d'efforts voulus, à un lent dressage naturel, et non aux facteurs du transformisme classique, qui n'expliquent rien. La fécondation a pour seul objectif le croisement des descendances, condition du progrès. Quant à la vieillesse, elle est due non à l'usure des tissus, ni à leur intoxication, mais à la défaillance des souvenirs héréditaires : l'âge où elle commence, n'est-ce pas celui où finit la fécondité ? Ainsi tous les phénomènes vivants se ramènent à la conscience « forme particulière d'énergie, facteur cosmique autonome et irréductible », et au-delà de laquelle on ne peut remonter : par là, comme on le voit, M. Pierre-Jean s'oppose aussi à M. Rignano, dont il discute et repousse les vues. Ce qu'il veut, c'est le retour à l'animisme pur, et cela au nom des faits eux-mêmes et de l'esprit scientifique bien compris. On pourra contester ces conclusions : mais on sera sûrement sensible à la clarté d'exposition, à la flamme de conviction et au remarquable talent d'écrivain qui brillent à travers toutes ces pages. R. T.

La vie, par le Dr J. P. BOUNHIOL, Professeur à l'Université de Bordeaux, avec une préface du Prof. Joubin, membre de l'Institut. In-12 de 330 pages de la Bibliothèque de Philosophie scientifique, Ernest Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

Curieuse tentative de systématisation de toutes les données actuelles de la Biologie envisagées du point de vue énergétique. Antifinaliste, profondément convaincu de la nécessité du postulat mécaniste, l'auteur commence par écarter l'étude des formes comme secondaire et stérile : dès lors l'essence de la vie réside dans l'oxydation catalytique des complexes colloïdaux en milieu aqueux; les êtres vivants ne sont que des transformateurs d'énergie; c'est par la valeur de leur potentiel et de leur débit énergétique qu'ils se caractérisent. Le Dr Bounhiol étudie successivement les méthodes de mesure de ce débit et ses variations générales, périodiques et fortuites : vieillissement de l'individu et de l'espèce, sommeil, hibernation, vie ralentie, vie suspendue, associations spontanées et provoquées, parasitisme, greffes, fécondation. Partout il se plaît à retrouver l'application des grandes lois des équilibres physico-chimiques, notamment celle de dégradation qui condamne les individus à la mort, et les espèces au rapetissement, à la sédentarisation et au parasitisme.

Bourré de faits, au courant des travaux les plus récents, riche en vues hardies et neuves; ce livre sera lu avec fruit par les spécialistes comme par quiconque s'intéresse aux énigmes du monde vivant. R. T.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

H. G. Wells. — Les aspects chimiques de l'immunité. In-8° de 384 pages. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 35 fr.

J. Bourde. — Les travaux publics. I. Matériaux et résistance des matériaux. Bétons armés. Murs de soutènement et de revêtement. Hydraulique. (*Bibliothèque professionnelle*). In-8° de 371 pages avec 124 figures. Baillière, éditeur, Paris.

D. L. Chauvois. — Les dessanglés du ventre. Maladies par relâchement des parois et organes abdominaux. In-8° de 192 pages avec 110 figures et 7 planches. Maloine, éditeur, Paris. — Prix : 18 francs.

L. Jacquemart et *Ch. Pfeiffer.* — Tréponème et néoplasmes. In-8° de 250 pages. Maloine, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

H. Malet. — Exposé élémentaire du calcul vectoriel et de quelques applications. In-8° de 72 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

A. B. Duval et *L. Hébrard.* — Traité pratique de navigation aérienne. In-8° de 196 pages et 5 planches avec 123 figures. Gauthier-Villars, éditeur. Paris. — Prix : 30 francs.

Emile Borel. — Leçons sur les séries divergentes. In-8° de 260 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

Gustave Verriest. — Cours de Mathématiques générales à l'usage des étudiants en sciences naturelles. 2e édition. In-8° de 344 pages et 113 figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

Ch. Berthelot. — Les combustibles dans l'industrie moderne. In-8° de 656 pages avec 183 figures. Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 90 francs.

P. Fournier. — Flore complétive de la plaine française. Genres complexes, Espèces collectives, Hybrides. In-8° de 632 pages avec 355 figures. Lechevallier, éditeur. Paris.

Le Gérant : M. HÉDAN.

Imprimerie P. et A. DAVY, 52, rue Madame. Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 19 — 66e ANNÉE — 13 OCTOBRE 1928

LE FINITISME ET SON EFFICACITÉ DANS LA RECHERCHE MATHÉMATIQUE

par **Georges BOULIGAND**
Professeur à l'Université de Poitiers

I. — J'ai entretenu jusqu'ici les lecteurs de la *Revue Scientifique* du rôle de l'intuition dans l'enseignement et dans les progrès des mathématiques (1). D'autre part, dans un article *sur l'évolution des idées géométriques* (2), j'ai surtout cherché des tendances propres au développement récent des Mathématiques; l'une des plus remarquables consiste à bannir des démonstrations les hypothèses de commodité qui masquent le plus souvent les relations profondes entre les éléments du sujet. Les efforts faits dans ce sens semblent tendre vers un idéal, pour lequel j'ai proposé le nom de *Géométrie Cantorienne*, le terme *géométrie* étant pris dans son sens le plus large.

Dans le présent article, nous nous occuperons encore d'une des grandes idées qui ont déterminé les progrès des Sciences mathématiques dans les trente ou quarante dernières années. C'est le *passage du fini à l'infini*. On pourrait la faire remonter sinon à l'origine de l'arithmétique, du moins au moment où l'on a songé à passer des fractions décimales ou nombres à développement décimal limité à des nombres à développement illimité. Toutefois, si l'idée qui nous occupe s'est manifestée, à divers stades de l'Histoire, s'il est vrai qu'elle a orienté divers chercheurs (1), ne s'affirme-t-elle vraiment que dans la période contemporaine. Si l'on en demande la raison, il est permis de répondre que l'élaboration de certaines parties de la théorie des fonctions, notamment celle qui traite des fonctions analytiques, n'était pas toujours favorable à un recours fréquent aux considérations de limites. Vous partez de la suite des polynômes

$$P_n(x) = x + \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} + \dots + \frac{x^n}{n}.$$

Dans le plan complexe, chacun d'eux est défini et uniforme. Or, non seulement cette suite de fonctions n'admet de limite qu'à l'intérieur du cercle de rayon égal à l'unité ayant pour centre l'origine, mais encore, à supposer qu'on ait prolongé la fonction limite au delà de ce cercle, on obtient l'une des déterminations (en nombre infini) de la fonction multiforme

$$\log \frac{1}{1-x}.$$

Voilà qui est bien fait pour jeter le trouble, pour faire perdre toute confiance dans le passage du fini à l'infini. Et il n'y a là qu'un exemple entre mille.

(1) Nos des 12 mars 1927 et 12 mai 1928.
(2) N° du 8 octobre 1927.

(1) Voir la Préface des Leçons de M. Volterra sur les Fonctions de ligne (Gauthier-Villars, Paris, 1913).

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

II. — Mais l'avènement du calcul des variations et l'apparition des premières équations intégrales préparaient un terrain plus propice, lequel englobait d'ailleurs de la manière la plus naturelle un ensemble de remarques fréquemment usitées en géométrie et en statique. Depuis fort longtemps, on s'est, en effet, représenté les propriétés des courbes comme limites des propriétés des lignes brisées inscrites : par exemple, le fait que la demi-tangente orientée à une courbe gauche engendre une nappe de surface applicable sur le plan devient intuitif à partir du moment où l'on considère une ligne brisée et la surface polyédrale obtenue en prolongeant ses côtés dans un certain sens; de même, on avait appris à tirer les conditions d'équilibre des fils de celles des polygones funiculaires. Pareillement, étant donnée une intégrale de la forme

$$(1) \qquad I = \int_a^b F\,[x, \varphi(x), \varphi' x)]\,dx$$

où $\varphi(x)$ représente une fonction inconnue et $\varphi'(x)$ sa dérivée, pour déterminer $\varphi(x)$ de manière à rendre cette intégrale minimum, on étudia, avec les Bernoulli et Euler, le cas préliminaire où l'on remplace la courbe $y = \varphi(x)$ par une ligne brisée; moyennant quoi, il devenait une fonction des coordonnées, en nombre fini, des sommets de cette ligne. Enfin, le processus fournissant une valeur approchée d'une intégrale (méthode des rectangles inscrits) devait conduire à substituer, en première approximation, à une équation intégrale, un système d'un grand nombre d'équations ordinaires, ce système étant du premier degré, en cas de linéarité de l'équation initiale : le champ d'applications ainsi entr'ouvert englobait les équations différentielles, car la recherche d'une fonction satisfaisant à l'équation

$$(2) \qquad y' = f(x, y)$$

et prenant pour $x = x_0$ la valeur y_0 se ramène à la résolution de l'équation intégrale

$$(3) \qquad y(x) - y_0 = \int_{x_0}^{x} f\,[x, y(x)]\,dx$$

On peut encore se représenter les choses ainsi : substituons à l'équation (2) la suivante

$$(4) \qquad y(x+h) - y(x) = h\,f\,[x, y(x)]$$

en convenant que h est une constante très petite et qu'on se borne à donner à x des valeurs multiples de h : nous aurons la possibilité de définir les lignes brisées (dont les sommets ont leurs abscisses multiples de h) satisfaisant à l'équation (4). L'origine de ce théorème : par chaque point x_0, y_0, il passe une courbe intégrale de (2) et une seule (des hypothèses convenables étant faites sur f), se trouve ainsi mise en lumière par un procédé *finitiste*.

On reconnaît ici les principes essentiels d'où est issue la méthode de Cauchy-Lipchitz, très usitée aujourd'hui pour établir l'existence des intégrales d'une équation ou d'un système différentiel, et qui a précédé de beaucoup l'avènement de la théorie des équations intégrales.

III. — En s'y appliquant convenablement, on parviendrait donc facilement à faire remonter assez haut les origines de la période finitiste. Toutefois, s'il est possible d'enregistrer des manifestations très nettes dans ce sens pendant tout le cours des XVIII^e^ et XIX^e^ siècles, leur fréquence a-t-elle été infime en comparaison avec le mouvement qui s'est récemment développé.

Résumons-le à grands traits. Peu après les premiers travaux, trop rarement cités, de M. Jean Le Roux, et d'ailleurs d'une manière indépendante, M. Vito Volterra, faisant sienne la grande idée directrice du passage à l'infini, en a tiré les principes fondamentaux de la théorie des fonctions de ligne, a étendu à ces fonctions les notions de *dérivée partielle* (qui devient ici la *dérivée fonctionnelle*) et de *différentielle totale* (qui devient la *variation infinitésimale*); il a obtenu par le même processus la résolution de classes étendues d'équations intégrales ou intégro-différentielles à limites variables. Entre temps, Henri Poincaré dégageait les caractères communs aux divers problèmes sur les équations aux dérivées partielles de la Physique mathématique : les questions les plus variées en apparence (équilibre et rayonnement calorifique, équilibre électrique ou magnétique, mouvement irrotationnel d'un fluide, mouvement tourbillonnaire, vibration des systèmes matériels de toutes dimensions, recherche de l'équilibre élastique) lui fournissaient matière aux rapprochements analytiques les plus inattendus. Il avait lui-même usé du passage à l'infini : dans l'étude du rayonnement d'un solide homogène, il avait justifié certains développements de la température actuelle en substituant au système matériel continu un nombre fini, quoique très grand, de molécules ponctuelles.

Tout était prêt pour l'éclosion d'un courant d'importance peu commune. Une vague prodigieuse déferla, du jour où Ivar Fredholm eut résolu les équations intégrales linéaires à limites fixes. Par cette découverte, se trouvaient ramenés à un même type de questions les problèmes précédemment étudiés par Henri Poincaré. Les travaux qui en ont résulté sont trop nombreux pour qu'on puisse songer à les énumérer dans cet exposé, même en se limitant aux plus importants.

Toutefois, la synthèse ainsi réalisée en Physique mathématique ne l'était qu'à la faveur d'hypothèse de commodité, destinées à assurer l'applicabilité de la théorie de Fredholm. D'où une sorte d'antinomie entre les fruits de cette théorie et les desiderata de la géométrie canto-

rienne, dont j'ai rappelé les tendances essentielles au début de cet article. Je reviendrai sur ce point dans un instant.

IV. — Du moins les résultats acquis étaient-ils d'importance capitale! Et pourtant, n'était-ce là encore qu'un commencement. Forts des certitudes que la théorie de Fredholm, donnait, dans un champ convenable, quant à l'existence des solutions; en Physique mathématique, les géomètres commencèrent, timidement d'abord, l'étude de ces solutions en fonction des éléments qui les déterminent. Le sens du mot *fonction* est ici notablement élargi : par exemple, dans le problème de Dirichlet, on cherche une distribution statique interne de températures, dans un conducteur homogène, connaissant la répartition périphérique; la solution, c'est-à-dire, la valeur de la température en un point A, intérieur au conducteur, dépend à la fois de la forme de la paroi qui le délimite et de la loi de répartition périphérique. On peut continuer à dire que la solution est *fonction* de ces éléments. Exploitant systématiquement cette idée, M. Jacques Hadamard a découvert les équations aux dérivées fonctionnelles et a réussi à étudier certaines d'entre elles. Ses recherches, dans cet ordre, étaient bientôt brillamment complétées par M. Paul Lévy, qui a donné aux théories de ce genre tant de contributions remarquables (voir ses *Leçons d'Analyse Fonctionnelle*. Paris, Gauthier Villars).

V. — Je reviens maintenant sur l'opposition entre les résultats obtenus par l'équation de Fredholm et le point de vue cantorien. L'analogie entre les fonctions à un nombre fini et les fonctions à un nombre illimité de variables conduisait tout naturellement à dire : par la méthode de Fredholm, la solution du problème de Dirichlet est définie dans un champ fonctionnel restreint, c'est-à-dire seulement, pour des formes suffisamment régulières du conducteur considéré; de même que, par la considération des nombres $\sqrt[q]{a^p}$, la fonction a^x n'est définie que pour les nombres rationnels $x = \frac{p}{q}$ (1). Tout comme on étend la définition de cette fonction aux valeurs incommensurables, il fallait étendre la solution du problème de Dirichlet à des conducteurs de forme arbitraire. J'ai été ainsi conduit à l'idée générale du *prolongement fonctionnel*. L'opération correspondante s'était trouvée en fait réalisée déjà un grand nombre de fois, notamment pour l'intégrale, grâce aux travaux de M. Henri Lebesgue. Cette même idée se trouve également en puissance dans l'œuvre de M. Stanislas Zaremba, l'un des plus éminents continuateurs de Henri Poincaré en Physique mathématique et dans les mémoires de M. Norbert Wiener sur le potentiel, contemporains de mes propres recherches dans le même ordre. Quoi qu'il en soit, voilà encore une notion découlant du point de vue finitiste, notion à laquelle M. Maurice Fréchet avait songé de son côté à un autre point de vue, et à laquelle il a consacré deux importants mémoires, sans préjudice d'un exposé d'ensemble dans son beau livre sur les *Espaces Abstraits* (Gauthier-Villars, Paris, 1928, p. 247 et suivantes). Pour conclure, j'ai vu dans le prolongement fonctionnel un moyen de revenir de la théorie de Fredholm aux exigences de la tendance cantorienne.

VI. — Tous les succès du finitisme engageaient les géomètres à l'exploiter chaque jour d'une manière plus systématique. Grâce à lui, des propositions qu'on avait d'abord obtenues à l'aide d'un appareil analytique compliqué devenaient intuitives. On s'habitua à revenir de l'infini au fini. Voyez par exemple le principe de Dirichlet : imaginez un conducteur à deux dimensions et tracez dans le plan un quadrillage très serré; pour approcher d'une température d'équilibre il suffit d'établir, en chaque sommet une valeur qui soit la moyenne arithmétique des valeurs attribuées aux quatre sommets les plus proches; pour résoudre approximativement le problème de Dirichlet pour un domaine plan, substituez à ce domaine une juxtaposition de mailles du quadrillage, et des valeurs aux nœuds périphériques, vous tirerez les valeurs aux nœuds internes en résolvant un nombre fini d'équations du premier degré. S'il s'agit du problème de Dirichlet dans l'espace, vous remplacerez votre quadrillage par un réseau spatial; d'ailleurs, ces artifices s'étendent avec plus ou moins d'aisance à toute la catégorie des problèmes étudiés par Henri Poincaré, d'où un mode d'exposition intuitive particulièrement précieux dans un cours de mécanique des milieux continus ou dans un cours de physique (1). Bien entendu, au point de vue purement mathématique, il reste encore à justifier les résultats de cette induction, et cela exige une technique démonstrative appropriée et dont l'évolution est loin d'être achevée.

(1) Etudiant récemment les transmutations distributives des fonctions analytiques (*Bull. Sciences Math.*, janvier, février, mars 1928), M. Paul Flamant a été conduit très exactement et de la manière la plus naturelle, à s'inspirer de la même analogie.

(1) Dans un cours d'analyse, un heureux appel au finitisme peut éclairer bien des points mystérieux du début de la théorie des fonctions de variable complexe et notamment le suivant : comment se fait-il que l'existence de la dérivée soit une hypothèse propre à assurer la possibilité d'écrire la fonction sous la forme f (z), en appelant f un symbole opératoire, réductible aux symboles opératoires usuels pour les fonctions les plus simples ?

VII. — Ces temps derniers, à la suite des recherches de MM. Carathéodory, Landau, Montel, Julia, Valiron, dans le domaine des fonctions analytiques en connexion avec le théorème de Picard, un éminent géomètre français, M. André Bloch, a systématiquement étudié les fonctions holomorphes ou méromorphes dans le cercle unité pour leurs caractères qui les rapprochent des polynômes ou des fractions rationnelles dans ce cercle (*Mémorial des Sciences mathématiques*, fascicule XX). Peut-être est-ce à cette occasion que l'épithète *finitiste* a été introduite en Philosophie des mathématiques, pour exprimer la tendance générale qui se dégage de cet apophtegme :

NIHIL EST IN INFINITO QUOD NON PRIUS FUERIT IN FINITO.

Prendre au pied de la lettre cette affirmation serait dépasser sans aucun doute la pensée de M. André Bloch. L'exemple rappelé au début de cet article n'est pas le seul sur lequel on puisse tabler pour recommander la prudence en pareille matière : après avoir édifié la dynamique des systèmes à un nombre fini de degrés de liberté, vouloir y trouver tous les préliminaires d'une construction de la Mécanique des milieux continus serait une ambition aussi vaine que prétendre entrevoir la théorie générale des fonctions analytiques au travers de celle des polynômes. Il y a donc une pierre d'achoppement du finitisme. Un point essentiel de cet article sera précisément de rechercher avec précision le point où on la rencontre et l'essence des considérations qui doivent compléter les suggestions finitistes.

VIII. — La question se pose donc à nous : jusqu'où l'idée du passage à l'infini permet-elle d'aller? S'il est difficile de répondre immédiatement à une demande aussi générale, sans la délimiter un peu, du moins est-il possible de présenter à son sujet des remarques instructives.

Lorsqu'on considère un système d'un nombre fini d'équations, qu'il s'agisse d'équations algébriques ou d'équations fonctionnelles de tel ou tel type, la résolution de ce système s'effectue indépendamment de l'ordre adopté pour ces équations. Au contraire, lorsqu'on prend un ensemble infini d'équations, (par exemple, une infinité dénombrable d'équations linéaires), cela n'est plus vrai sans restriction : il peut arriver que les modalités topologiques qui président à l'enchaînement de ces équations transparaissent dans les caractères de la solution. En voici un exemple. Reprenons un quadrillage sur un plan indéfini et assemblons-en successivement une infinité de mailles, de manière à réaliser :

a) un rectangle dont un côté serait rejeté à l'infini (demi-bande);

b) un rectangle ayant deux côtés opposés rejetés à l'infini (bande);

c) une croix à branches indéfinies obtenue en adjoignant à un carré, somme de mailles du réseau, les quatre demi-bandes qui le prolongent au-delà de chacun de ses côtés (fig. 267).

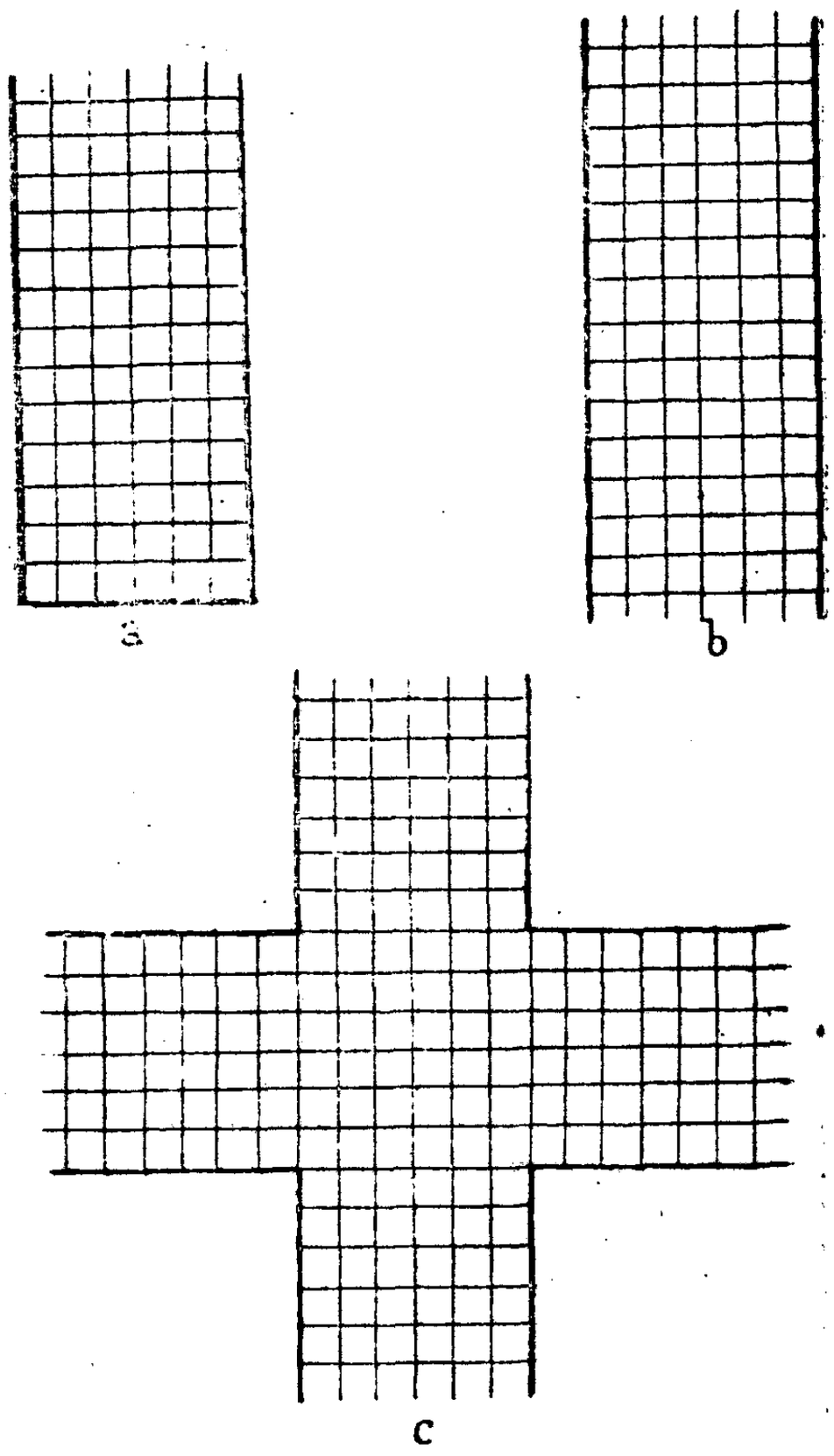


Fig. 267 — *a*, Demi bande indéfinie vers le haut; *b*, Bande indéfinie vers le haut et vers le bas; *c*, Croix à branches indéfinies.

Supposons qu'à chaque sommet du quadrillage intérieur à l'un de ces domaines, on attribue une valeur qui soit la moyenne arithmétique des valeurs attribuées aux quatre sommets les plus rapprochés. L'étude générale des systèmes de valeurs répondant dans l'un des domaines a), b) ou c) à cette condition, et s'annulant aux sommets périphériques constitue un problème linéaire (d'ailleurs indéterminé) à une infinité d'inconnues. Considérons l'ensemble de ses solutions formées de valeurs positives ou nulles dans chacun de ces trois cas. J'ai montré que sa structure diffère essentiellement d'un cas à l'autre. Dans le cas a), si l'on

connaît une solution particulière, on en déduit toutes les autres en multipliant les valeurs qui la composent par une constante positive; dans le cas b), il faut connaître deux solutions linéairement distinctes pour en déduire la solution générale, et enfin, dans le cas c), il faut en connaître quatre.

Il y a ici une loi simple, régissant, pour le même problème, les résultats relatifs au cas de domaines ayant n branches infinies, c'est-à-dire résultant de l'addition de n demi-bandes à un domaine obtenu en juxtaposant un nombre fini de mailles : elle consiste dans la nécessité de posséder n solutions linéairement indépendantes pour en déduire la solution générale. Si nous considérons l'ensemble des équations exprimant la propriété de moyenne précédente en chaque nœud interne, ce système a une structure topologique qui est celle du domaine lui-même : je veux dire par là que si un cataclysme avait dispersé les nœuds intérieurs à ce domaine, notre système d'équations (sauvé du désastre...) permettrait d'en reconstituer les connexions primitives. La topologie du système actuel se révèle donc bien dans certains caractères de ses solutions.

Cet exemple, que j'ai indiqué récemment (1), fait deviner les difficultés que présente la discussion des problèmes linéaires les plus généraux. Il montre aussi l'insuffisance de la méthode du passage du fini à l'infini devant une question aussi vaste.

IX. — Une réponse naturelle s'offre maintenant à la question précédemment posée. Les résultats qui peuvent s'obtenir par passage du fini à l'infini sont ceux qui ne dépendent pas des modalités de *situation respective* des éléments sur lequels on raisonne (2). Est-il besoin de remarquer que cette réponse reste vague, tant qu'on n'a pas défini les mots : *situation respective*, ce qui ne peut se faire, qu'en délimitant convenablement la généralité.

Cependant, même sous cette forme, cette remarque rend déjà des services en faisant mieux comprendre certains faits analytiques. La théorie de la mesure des ensembles, concurremment aux idées systématiquement développées par M. Volterra, a fait naître l'idée générale de fonction d'ensemble. Les géomètres se sont attachés, principalement à l'étude des fonctions additives d'ensembles : ce sont celles qui pour un ensemble formé par la réunion de deux ensembles sans point commun prennent une valeur égale à la somme des valeurs de la fonction pour les deux ensembles primitifs. La mesure appartient justement à cette catégorie. La comparaison des théories édifiées dans ce sens par M. Henri Lebesgue, avec des travaux plus anciens (ceux de Jordan notamment), a conduit M. de la Vallée-Poussin, à noter la nécessité d'une distinction entre l'*additivité complète* d'une part et l'*additivité restreinte* d'autre part : la première appellation concerne le cas où la propriété additive est valable pour une infinité dénombrable d'ensembles (deux à deux sans point commun); la seconde s'applique lorsque cette propriété ne s'étend qu'à un nombre fini de tels ensembles. L'existence même d'une pareille distinction choque *a priori* notre intuition, tant nous sommes habitués à vivre au sein d'une atmosphère finitiste. Mais cette distinction redevient parfaitement naturelle si l'on se reporte, d'une part, à la remarque qui précède, d'autre part, d'un exemple de fonction additive jouissant seulement de l'additivité restreinte : soit E un ensemble de points sur un segment borné, que nous partagerons en un nombre fini de subdivisions; évaluons la somme des longueurs de celles qui contiennent des points de E; la borne inférieure des valeurs ainsi trouvées ou *étendue extérieure* de E est une fonction additive : mais elle n'a pas l'additivité complète, car en prenant par exemple les points rationnels du segment (0,1), chacun d'eux est un ensemble à un seul élément et d'étendue extérieure nulle; or, la réunion de ces ensembles en est un nouveau, d'étendue extérieure égale à l'unité. On ne peut donc ici passer du fini à l'infini; or, cet exemple témoigne, conformément à ce que nous avons annoncé, l'influence active de circonstances topologiques (c'est-à-dire dans les conditions actuelles, touchant aux relations de situation des points rationnels d'un segment) et notamment l'influence du fait qu'on a un ensemble total partout dense. Cela est gros de conséquences et entraîne notamment l'infériorité des procédés de mesure de Jordan et d'intégration de Riemann sur ceux de Lebesgue, dont le succès tient à la mise en œuvre d'un *infini actuel*.

Rappelons encore un autre fait bien connu et qui vient ici à sa place naturelle: supposons qu'un énoncé cesse d'être légitime lorsqu'on passe du fini à l'infini, on peut très souvent le réhabiliter au moyen d'hypothèses supplémentaires ayant précisément le caractère topologique : par exemple, s'il est vrai que la somme d'un nombre fini de fonctions continuées est elle-même continue, cette propriété cesse d'être exacte en toute généralité pour une série convergente de fonctions continues; toutefois, on la voit réapparaître lorsqu'on impose à cette série la condition de converger uniformément.

(1) *Bulletin des Sciences Mathématiques*, mai 1927 : sur les substitutions fonctionnelles linéaires à coefficients positifs.

(2) L'intégrale est précisément dans ce type. En Mécanique, rentrent dans cette catégorie le principe d'Hamilton et certains points de la théorie des petits mouvements. Pour les restrictions, voir mon Mémoire du 26e Cahier, série II. du *Journal de l'Ecole Polytechnique*, pages 1 à 39.

X. — En résumé, les routes ouvertes à l'intuition par le finitisme n'ont qu'une efficacité limitée : en les suivant d'une manière trop exclusive, on s'expose à rencontrer des faits qui choquent l'intuition. Pour prolonger ce moyen d'action si précieux, il faut apprendre à analyser d'une manière profonde les relations topologiques sous leurs formes les plus variées. Sans doute est-ce là un problème très complexe : problème cependant nécessaire, et vers lequel l'effort d'un grand nombre de mathématiciens semble converger à l'heure présente.

LES ONDES ULTRA-SONORES

par Suzanne VEIL
Docteur ès-sciences

Parmi les découvertes consécutives aux nécessités de la grande guerre, on peut citer, comme l'une des plus remarquables, l'application des ondes ultrasonores, ou ondes sonores de haute fréquence, au repérage des sous-marins et des masses immergées en général.

Le principe du sondage ultrasonore a tout d'abord été suggéré par Chilowsky. Il consiste à mettre l'eau de la mer en vibration rapide, par l'intermédiaire d'oscillations électriques, telles que celles de la télégraphie sans fil. En outre, Langevin a doté le dispositif d'un organe

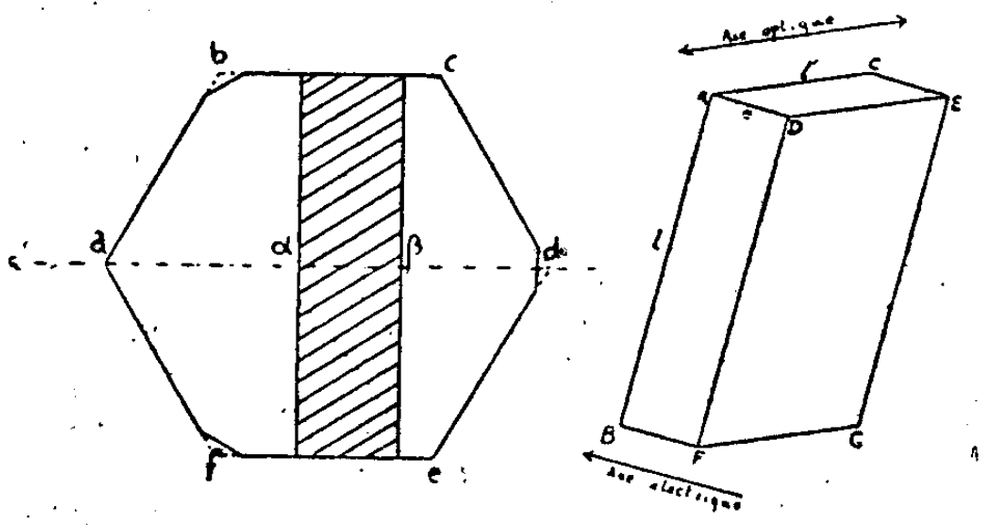


Fig. 268 — Lame de quartz taillée perpendiculairement à un axe électrique.

précieux, une lame de quartz, qui intervient par ses propriétés piézoélectriques.

Les propriétés piézoélectriques du quartz, mises en évidence il y a près de cinquante ans par J. et P. Curie, sont aujourd'hui classiques. Le cristal possède des axes électriques, ses trois axes binaires, perpendiculaires à l'axe optique, qui est lui-même un axe ternaire. En d'autres termes, dans l'hexagone, section droite d'un prisme hexagonal de quartz, les axes électriques sont les trois diagonales qui joignent deux sommets opposés (fig. 268). Le long d'un axe électrique, un effort de f dynes, pression ou traction, provoque sur les faces perpendiculaires, un dégagement de quantités d'électricité $+q$ et $-q$ données par la formule :

$$q = kf \text{ U.E.S.}$$

La constante piézoélectrique $k = 6{,}3.10^{-8}$ est la quantité d'électricité dégagée par un effort d'une dyne sur le quartz.

Lorsqu'on taille une lame de quartz perpendiculairement à la direction d'un axe électrique, et que de part et d'autre, on l'argente ou qu'on la garnit d'une armature métallique, on peut recueillir l'électricité dégagée et la mesurer à l'électromètre.

L'effet est réciproque, et tout apport d'électricité à la lame de quartz par les armatures y détermine, dans le sens de l'axe électrique, une déformation de δ centimètres telle que :

$$\delta = 6{,}3.10^{-8}V$$

V étant la tension appliquée en U.E.S. On voit, d'après la formule, que la déformation δ est indépendante des dimensions de la lame.

Si donc, au condensateur formé par la lame de quartz et ses armatures, on impose des charges et des décharges alternatives, on détermine dans la lame des oscillations élastiques. Ces oscillations deviennent particulièrement importantes lorsqu'il y a accord entre la fréquence imposée et la fréquence propre de la lame.

Cette circonstance peut être réalisée, grâce à un circuit oscillant approprié, actionné, par exemple, par un arc Poulsen ou par des lampes à trois électrodes convenablement montées. Il suffit alors de mettre la lame de quartz en contact direct avec l'eau de mer pour que celle-ci, attaquée, vibre à son tour.

Tel est, très schématiquement, le principe du projecteur ultrasonore de Langevin (fig. 269). Les vibrations élastiques sont communiquées à l'eau de la mer par le procédé que nous venons de décrire. Après avoir heurté l'obstacle à repérer, elles réintègrent leur point de départ par le mécanisme de l'écho. A leur retour, par

l'intermédiaire de la lame de quartz, elles se convertissent en oscillations électriques, lesquelles se transmettent à travers le circuit oscillant et les appareils de mesure. A l'aide du temps écoulé depuis le départ de l'ultrason jusqu'à son retour, on calcule la distance à l'obstacle, connaissant par ailleurs la vitesse du mouvement vibratoire.

Dans la pratique, on substitue à la lame de quartz, de réalisation toujours difficile, une mosaïque de fragments de quartz, dont le fonctionnement s'est montré aussi satisfaisant. Les armatures d'acier, convenablement construites, renforcent l'énergie du système.

L'invention, née et mise à profit d'abord en

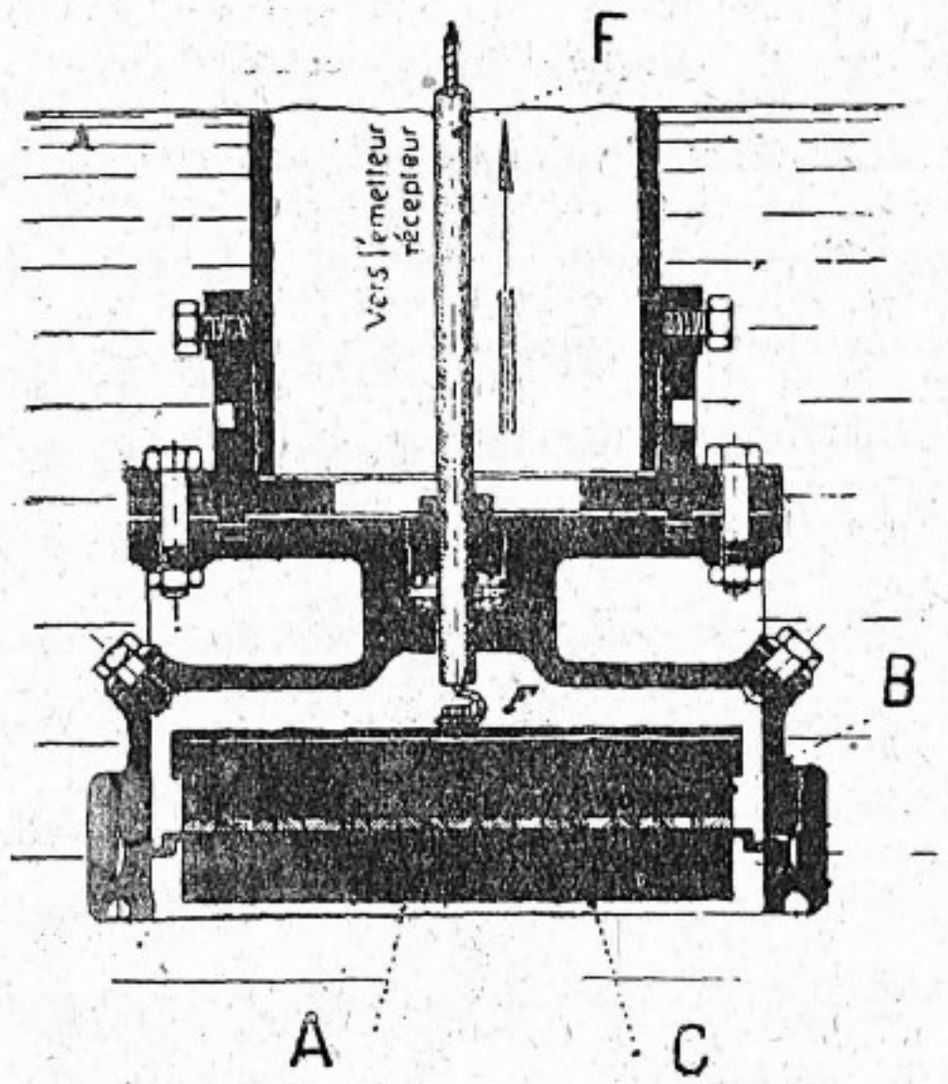


Fig. 269 — Projecteur ultrasonore de Langevin ; A, Quartz ; B, et C, Armature d'acier

France, s'est bientôt répandue dans les marines des autres Etats. Il est inutile d'insister sur son élégance, et sur l'intérêt qu'elle présente. Entre autres applications, le sondeur ultrasonore a permis de relever avec précision les profondeurs des sous-sols des océans. Nous ne décrirons pas avec plus de détail l'appareil ni sa technique, notre but étant surtout ici l'étude des effets et des propriétés des ondes ultrasonores.

L'urgence du repérage sous-marin ne laissa pas, tout d'abord, aux physiciens, le loisir d'accorder aux ultrasons toute l'attention que mérite, en soi, un phénomène nouveau. L'application devança l'observation pure. Mais, dès le retour aux conditions normales, les investigations systématiques ont commencé. A New-York, Wood et Loomis ont étudié les effets physiques et biologiques des ondes ultrasonores, tandis que Richards et Loomis se sont attachés plutôt à leurs effets chimiques. Nous donnerons ici le compte-rendu de leurs expériences les plus saillantes.

Le générateur d'ondes qu'emploient Wood et Loomis est analogue, en principe, à celui de Langevin, à cela près qu'il fonctionne à des fréquences beaucoup plus élevées, allant de 200.000 à 500.000 sec^{-1}. En effet, tandis que, dans le sondage sous-marin, la fréquence ν à utiliser est limitée par la viscosité μ du milieu (μ croît comme ν^2), la restriction ne saurait s'étendre à des expériences qui ont lieu à proximité de la source ultrasonore.

La fig. 270 schématise le dispositif de Wood et Loomis. Les oscillations électriques entretenues

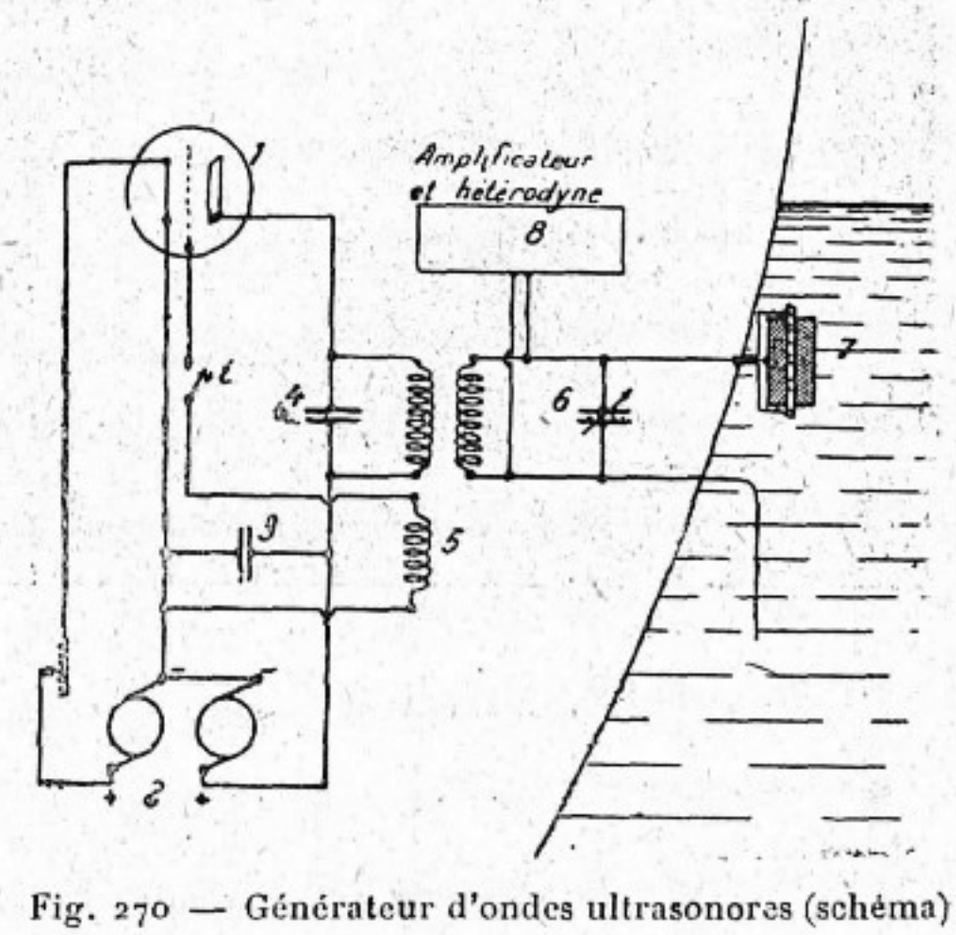


Fig. 270 — Générateur d'ondes ultrasonores (schéma)

des lampes à trois électrodes parviennent, par l'intermédiaire d'un circuit oscillant, à la lame de quartz, disque de 7 à 14 millimètres de diamètre. La lame de quartz subit, de ce fait, des déformations périodiques qui se transmettent au bain d'huile, au fond duquel elle repose.

Sous la pression qu'y détermine la réflexion des ondes ultrasonores, la surface d'huile se soulève. La fig. 271 reproduit l'enregistrement d'une expérience, où la fréquence des oscillations étant exactement accordée à la fréquence naturelle de la lame de quartz, l'huile a formé une vague de 7 centimètres de hauteur, volcan en miniature, rejetant des gouttelettes d'huile à sa partie supérieure.

Si, au lieu de laisser libre la surface d'huile, on y fait flotter une plaque de verre ou de métal, on peut mesurer l'effet de pression en l'équilibrant. Dans l'expérience relative à la fig. 272, le disque de verre, à la surface du bain vibrant, ne supporte pas moins de 150 grammes.

Lorsque le disque réflecteur est distant du quartz d'un nombre entier de demi-longueurs d'onde, l'énergie du mouvement est emprisonnée par les réflexions successives, et l'amplitude des vibrations croît beaucoup. Il en est exactement comme dans le cas de l'expérience acoustique, où un fil attaché, à un diapason, peut, lorsqu'il est de longueur convenable, acquérir une amplitude vibratoire très supérieure à l'amplitude de vibration propre du diapason.

Lorsqu'on abaisse au sein de l'huile la plaque

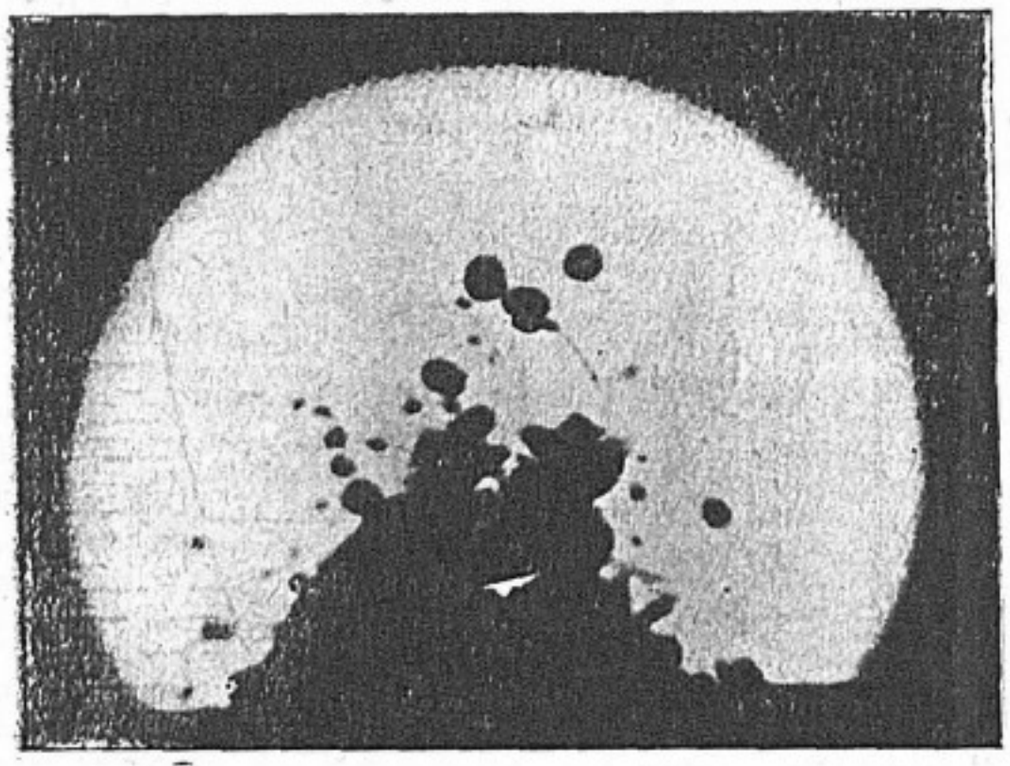


Fig. 271 — Vague d'huile de 7 cm. de hauteur soulevée par les ondes ultrasonores.

réflectrice, on rencontre périodiquement des niveaux de résistance maxima, aux nœuds du mouvement vibratoire.

Prenons maintenant un tube, fermé à l'une de ses extrémités, et recouvert intérieurement d'une matière lubrifiante. Dès que le fond du tube touche le bain vibrant, la matière lubrifiante se rassemble en anneaux sillonnant le tube. Lorsque la matière lubrifiante est de la paraffine chaude colorée à l'aniline, on a, au refroidissement, un enregistrement permanent de la vibration.

Prenons un disque de verre, saupoudré de lycopode, et supporté en son centre par une baguette de verre. Dès qu'on touche le bain vibrant avec la baguette de verre, les grains de lycopode se groupent en anneaux. Avec une baguette effilée, il ne se produit pas d'anneaux, car la réflexion à l'extrémité est négligeable.

La position des nœuds et des ventres du mouvement vibratoire fait connaître la longueur d'onde et la vitesse de propagation. Wood et Loomis ont ainsi déterminé les vitesses de propagation dans des cylindres de verre pour diverses fréquences en fonction du diamètre. La fig. 273 traduit graphiquement leurs résultats. La vitesse, qui pour la fréquence de 285.000 sec^{-1} est 2.600 m. par seconde, dans une baguette de verre de 6 mm. de diamètre, tombe à 400 mètres dans le cas d'un fil de 0,1 mm. de diamètre. Pour une baguette d'un diamètre donné, on obtiendra la dispersion en prenant, sur les quatre courbes, les ordonnées d'une même abscisse.

Dans le cas des milieux liquides, on peut déduire la longueur d'onde du nombre de plans de résistance maxima rencontrés sur une longueur donnée, quand on enfonce progressivement une plaque réflectrice dans le bain vibrant. Wood et Loomis ont dénommé « interféromètre sonore » leur dispositif basé sur ce principe, afin de rappeler son analogie avec l'appareil optique de Fabry et Pérot.

Les ondes ultrasonores présentent encore des effets calorifiques et énergétiques curieux.

Reprenons notre baguette de verre, mais munissons-la d'un peu de cire à son extrémité supérieure. Au moment où la baguette s'enfonce dans l'huile vibrante, il se développe un échauffement de friction entre la cire et le verre. La cire fond : elle coule le long de la baguette, et elle se solidifie selon des anneaux,

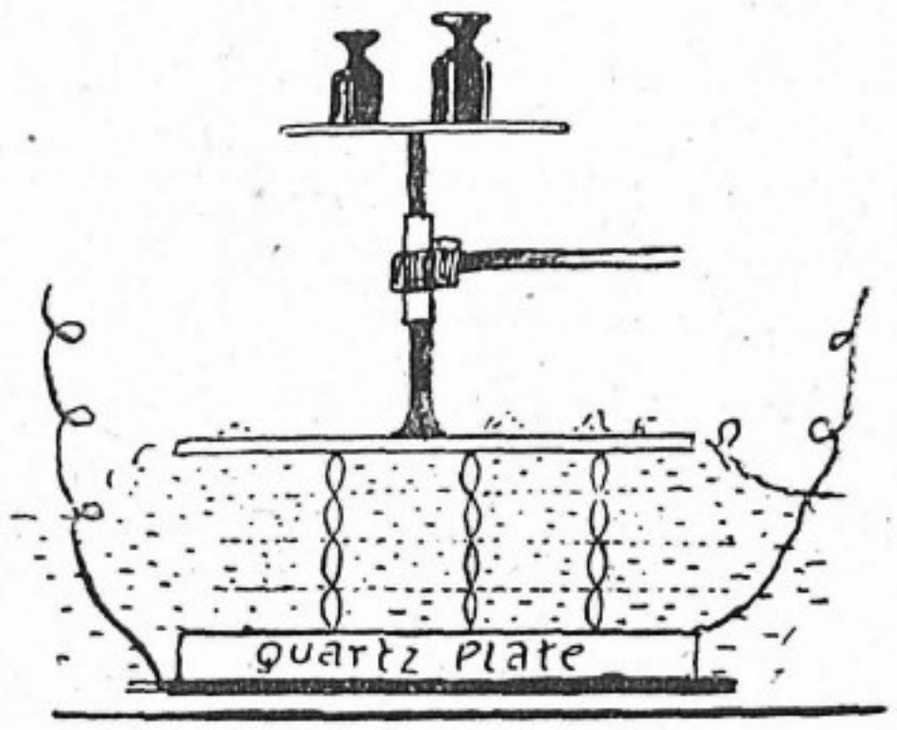


Fig. 272 — Poids de 150 gr. supporté à la surface du bain d'huile par les ondes ultrasonores.

qui constituent un nouvel enregistrement de la longueur d'onde.

C'est tout à fait par hasard que, pour la première fois, Wood et Loomis ont découvert l'échauffement de friction. Ce fut lorsque, dans l'expérience mentionnée plus haut, soumettant aux ondes ultrasonores la surface d'huile libre, ils voulurent lire, au thermomètre, la température de la vague soulevée. La colonne de mercure n'accusait que 25°. Néanmoins, l'échauffement de friction qui se développa entre le verre et les doigts contraignit l'opérateur à abandonner la tige.

L'échauffement de friction se trahit encore nettement lorsqu'on maintient une plaque de verre contre l'extrémité supérieure d'une baguette de verre, dont l'autre bout touche le bain vibrant. La plaque s'entame au point de contact, mais là seulement : l'échauffement reste purement local.

D'autre part, sous l'action des ondes ultrasonores, les liquides subissent une élévation de température. L'échauffement, fonction croissante de la fréquence comme le coefficient de viscosité, devient très prononcé pour des fréquences de 300.000 à 400.000 sec^{-1}. Wood et Loomis l'ont démontré au moyen d'un tube à essai maintenu dans un mélange réfrigérant.

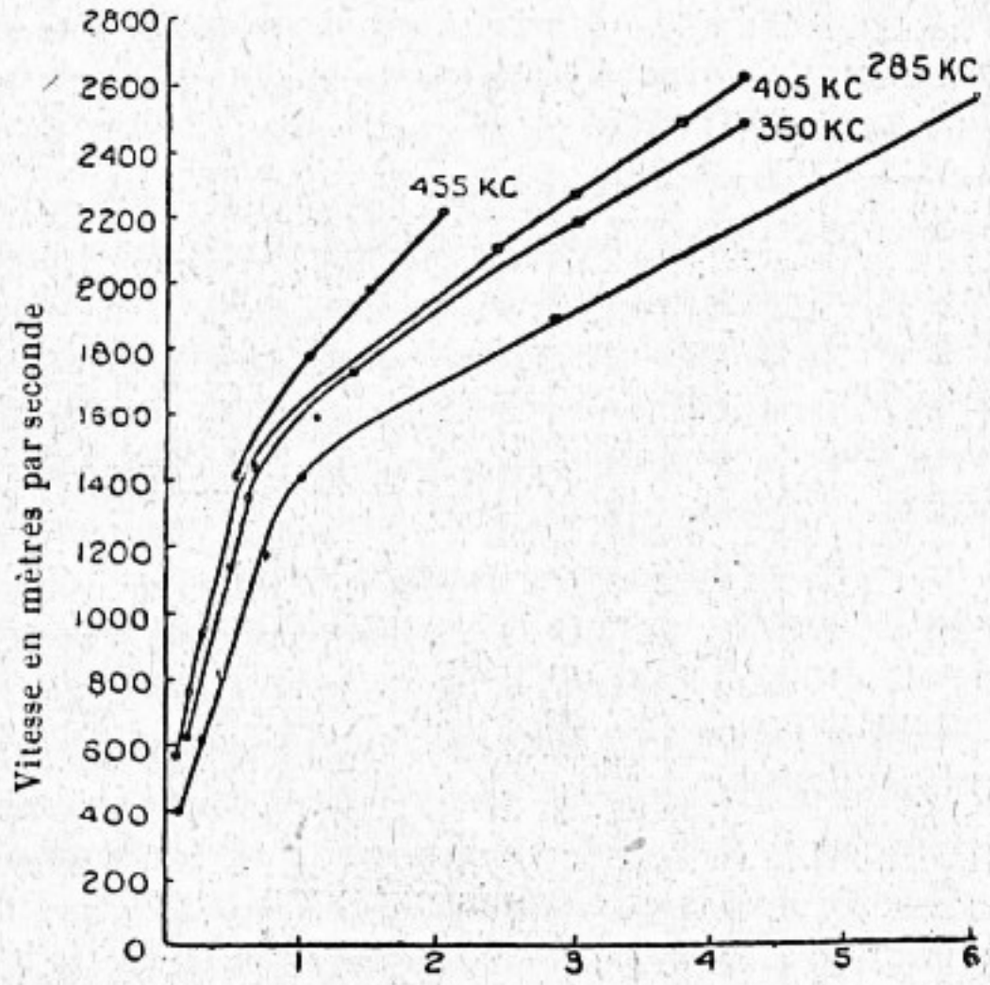


Fig. 273 — Vitesse des ondes ultrasonores de diverses fréquences dans les cylindres de verre (en fonction du diamètre).

Lorsqu'on immerge le récipient du bain réfrigérant dans l'huile vibrante, l'eau du tube à essai, malgré la réfrigération, s'échauffe rapidement.

Les ondes ultrasonores provoquent aussi l'échauffement interne des solides. Un bloc de glace, nouvellement congelé et maintenu dans un mélange réfrigérant, s'effrite au bout de dix minutes, sous la simple pression des doigts, par liquéfaction de la glace à travers toute la masse. Lorsqu'on a pris soin de colorer à la fluorescéine l'eau à congeler, on voit, après irradiation, le bloc marbré d'innombrables plans fluorescents.

Dans une autre expérience, Wood et Loomis ont fondu, puis laissé solidifier de l'acide stéarique (bougie) à la surface de l'eau d'un tube à essai. La masse solide étant recouverte d'eau, on touche le bain vibrant avec le fond du tube. La masse solide ne manifeste aucun effet à sa partie supérieure, mais à sa partie inférieure elle fond rapidement et forme dans l'eau une émulsion blanche. Il y a donc absorption de la radiation par l'acide stéarique solide.

En recommençant l'expérience avec de la paraffine, Wood et Loomis ont réalisé ce qui leur a paru être une cristallisation de la substance. D'après une photographie du phénomène, Sir William Bragg présume que la paraffine cristalliserait sous deux modifications, l'une prenant naissance au point de solidification lui-même, et l'autre quelques degrés au-dessous.

L'irradiation simultanée, dans un même récipient, de deux liquides non miscibles, tels que l'huile et l'eau, provoque à leur surface de séparation une émulsion ou une solution colloïdale. Dans l'eau, l'huile se projette en nuages finement divisés qui, en cas de résonance, se

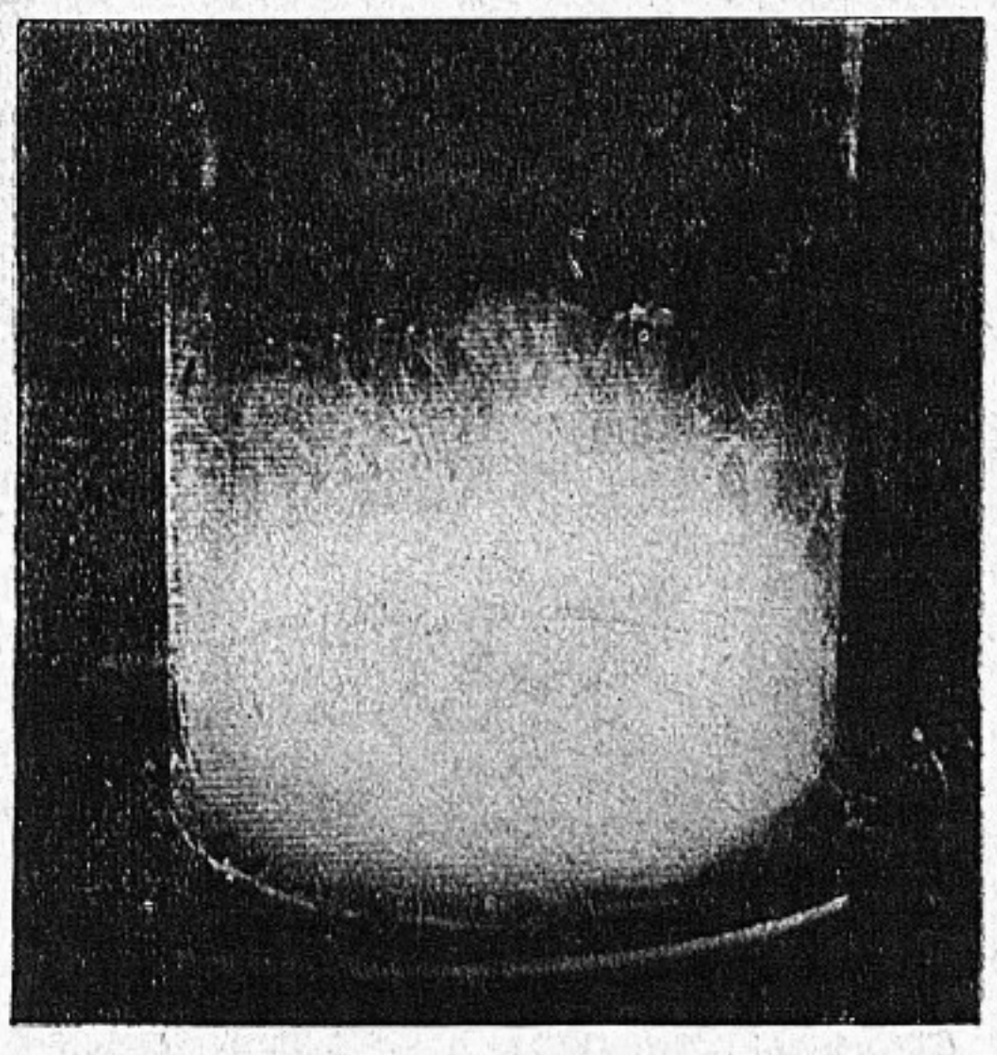


Fig. 274 — Brouillard de benzol produit à la surface du benzol liquide, par les ondes ultrasonores.

transforment en une grêle de grosses gouttes, d'une violence presque explosive. Lorsqu'on substitue à l'huile de l'acide stéarique ou de la paraffine, on obtient des émulsions laiteuses. De l'eau recouvrant du mercure, après avoir pris l'aspect du lait, devient brune et finalement noire. Dans une expérience de 24 heures, après précipitation de la majeure partie du mercure, l'eau demeurait légèrement louche.

Dans le cas de liquides peu visqueux, tels que le benzol, les forces à la surface de séparation entre le liquide et l'air, vaporisent le liquide dans l'air, en gouttelettes minuscules. La fig. 274 montre un vase qui, dans ces conditions, s'em-

plit rapidement d'un brouillard blanc de benzol. La surface du liquide est en mouvement tumultueux.

Si un tube de verre, fermé à un bout, est recouvert d'huile dans une partie étranglée, il suffit que le fond touche le bain vibrant pour que l'huile s'étale et se projette en jets donnant l'illusion de la fumée (fig. 275). Autour du tube se rassemble un nuage dense, qu'on peut rendre incandescent par l'approche d'une flamme d'allumette.

Wood et Loomis ont encore établi que les ondes ultrasonores provoquent la floculation de

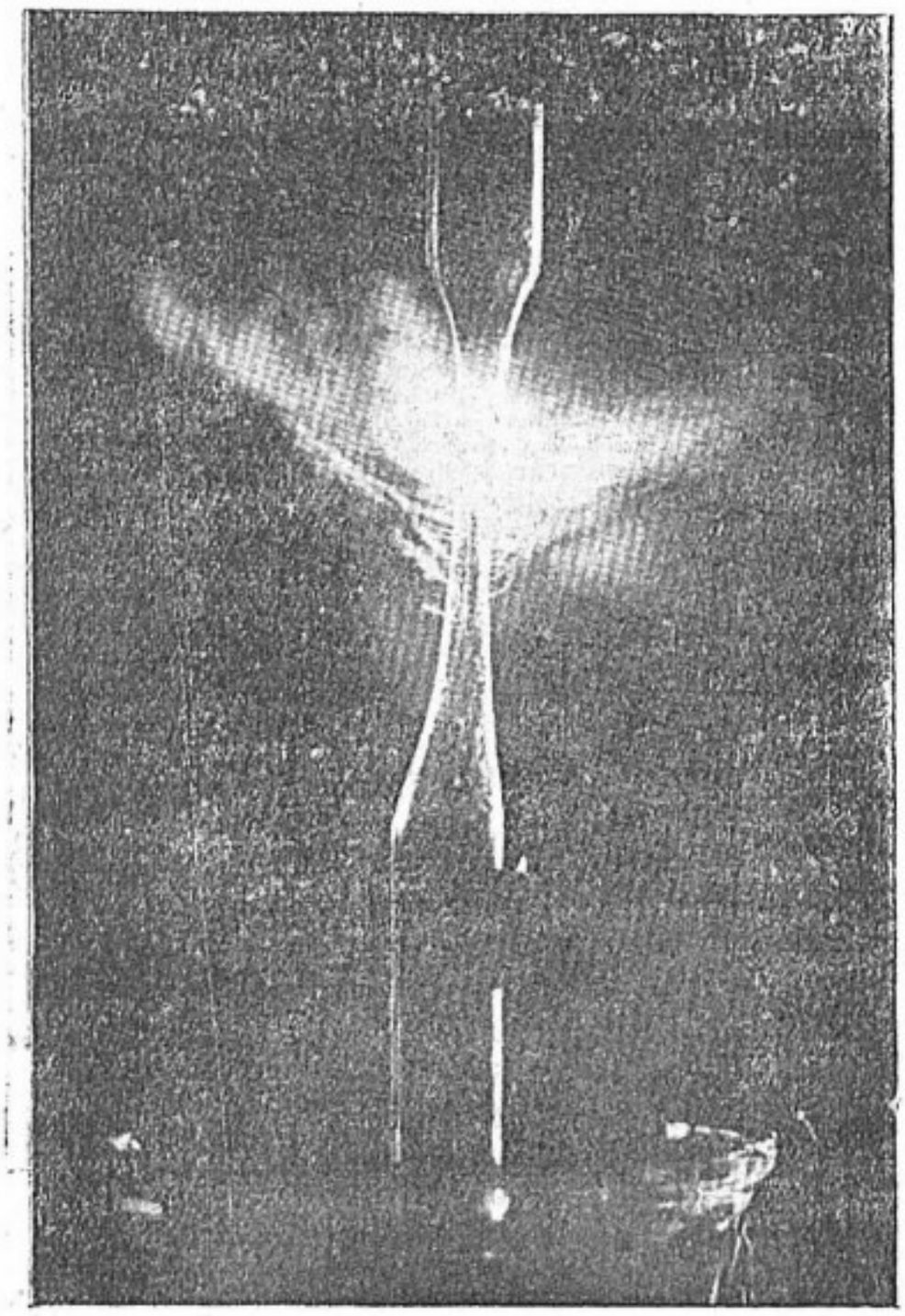


Fig. 275. — Nuage d'huile sous irradiation ultrasonore.

particules suspendues dans un liquide. La floculation se produit au moment de l'irradiation, et les particules se réunissent en amas denses, immédiatement au-dessous de la surface.

Les effets des ondes ultrasonores sur les réactions chimiques ont été étudiés plus particulièrement par Richards et Loomis.

Ces expériences sont des plus délicates, car les seuls effets thermiques des ondes peuvent masquer tous leurs autres effets et fausser les conclusions. Nous avons vu qu'en suspendant, à la surface du bain vibrant, un tube à essai garni de liquide, on engendre dans le verre des ondes stationnaires, qui échauffent le liquide par friction. L'effet se produit de la même manière dans le réservoir d'un thermomètre à mercure. A la surface de séparation mercure-verre, la température dépasse celle du liquide, de sorte que la lecture thermométrique est de beaucoup supérieure à la température réelle. Un couple thermoélectrique présente les mêmes inconvénients, à cause de la génération de chaleur à la surface de séparation du liquide et du métal.

Avec les ondes ultrasonores, on ne peut donc opérer dans des conditions qui soient à la fois quantitatives et isothermes. Richards et Loomis tournent la difficulté en suivant les élévations de température par des témoins qu'ils chauffent indépendamment. Les approximations, sans être extrêmement satisfaisantes, donnent du moins, à chaque instant, la température à un dixième de degré près.

D'après ce que nous avons vu précédemment, le réglage de la hauteur d'huile entre la lame vibrante de quartz et le récipient-laboratoire est très important. Richards et Loomis l'ont montré en abaissant sous l'huile, au moyen d'une vis micrométrique, un vase à fond plat contenant de l'eau. En irradiant l'eau aux points successifs de sa course, ils lui ont communiqué des échauffements qui atteignent 2° à 3° dans les régions des nœuds du mouvement vibratoire, et se réduisent à des fractions de degré dans les régions intermédiaires. Au cours de cette série de mesures, Richards et Loomis ont montré incidemment que, dans l'huile, à une fréquence de 281.000 sec^{-1}, les ondes ultrasonores se propagent à raison de 1420 mètres par seconde.

Sous l'action des ondes ultrasonores, des liquides exempts d'air, tels que l'eau, le toluène, le tétrachlorure de carbone et l'éther produisent des bulles à une température nettement inférieure à la température d'ébullition. L'effet est fonction de l'intensité de l'irradiation.

Dans l'eau, les ondes ultrasonores libèrent les gaz dissous. Les bulles se forment au moment de l'émission de la radiation, longtemps avant qu'on perçoive aucun échauffement. Au lieu de s'élever d'une manière uniforme, elles stationnent dans les plans nodaux, et se meuvent d'une manière irrégulière, avec des pauses fréquentes.

Richards et Loomis ont mis en évidence l'accélération des phénomènes chimiques sous l'influence des vibrations ultrasonores, sur un certain nombre de réactions chimiques, dont on peut fixer le terme sans ambiguité au moyen d'indicateurs colorés. Parmi ces réactions, nous citerons certaines hydrolyses organiques, et encore la réduction de l'iodate de potassium par l'acide sulfureux. Les corrections de température

étaient faites par la méthode des témoins, à laquelle nous avons déjà fait allusion.

En outre, beaucoup de systèmes métastables se détruisent sous l'action des ondes ultrasonores.

Si l'on applique de l'iodure d'azote humide sur le col étiré d'un flacon Erlenmeyer, dont le fond touche l'huile vibrante, la substance se rassemble, en traçant les ondes stationnaires, et pendant la dessiccation, elle explose progressivement de haut en bas.

Dans le domaine d'action des ondes ultrasonores, les iodures de mercure jaune et rouge ont leur point de transition au-dessous de 120°. Le tétrachlorure de carbone, surchauffé de 5°, s'évapore assez violemment pour être rejeté assez violemment du tube qui le contient. Une solution sirupeuse de thiosulfate de sodium se décompose, avec production d'une modification cristalline métastable. Richards et Loomis ont encore confectionné, sous irridiation ultrasonore, des émulsions de mercure métallique dans l'eau, émulsions qui réduisent le permanganate de potassium, et subsistent plusieurs jours sans se déposer.

Les ondes ultrasonores ont été enfin examinées du point de vue de leur action biologique, et nous terminerons en citant, d'après Wood et Loomis, quelques expériences dans ce domaine.

Sous irradiation ultrasonore, les organismes en suspension ne subissent pas de floculation, comme d'autres petits corpuscules ; ils semblent au contraire se fragmenter. C'est ce qu'on a constaté sur la spirogyra vivante, dont les filaments furent mis en pièces, avec rupture des cellules, après une irradiation intense. Un traitement plus doux et moins prolongé, sur de petits organismes unicellulaires, tels que le paramecium, n'aboutit qu'à une immobilisation. Rétablis ultérieurement, ces organismes

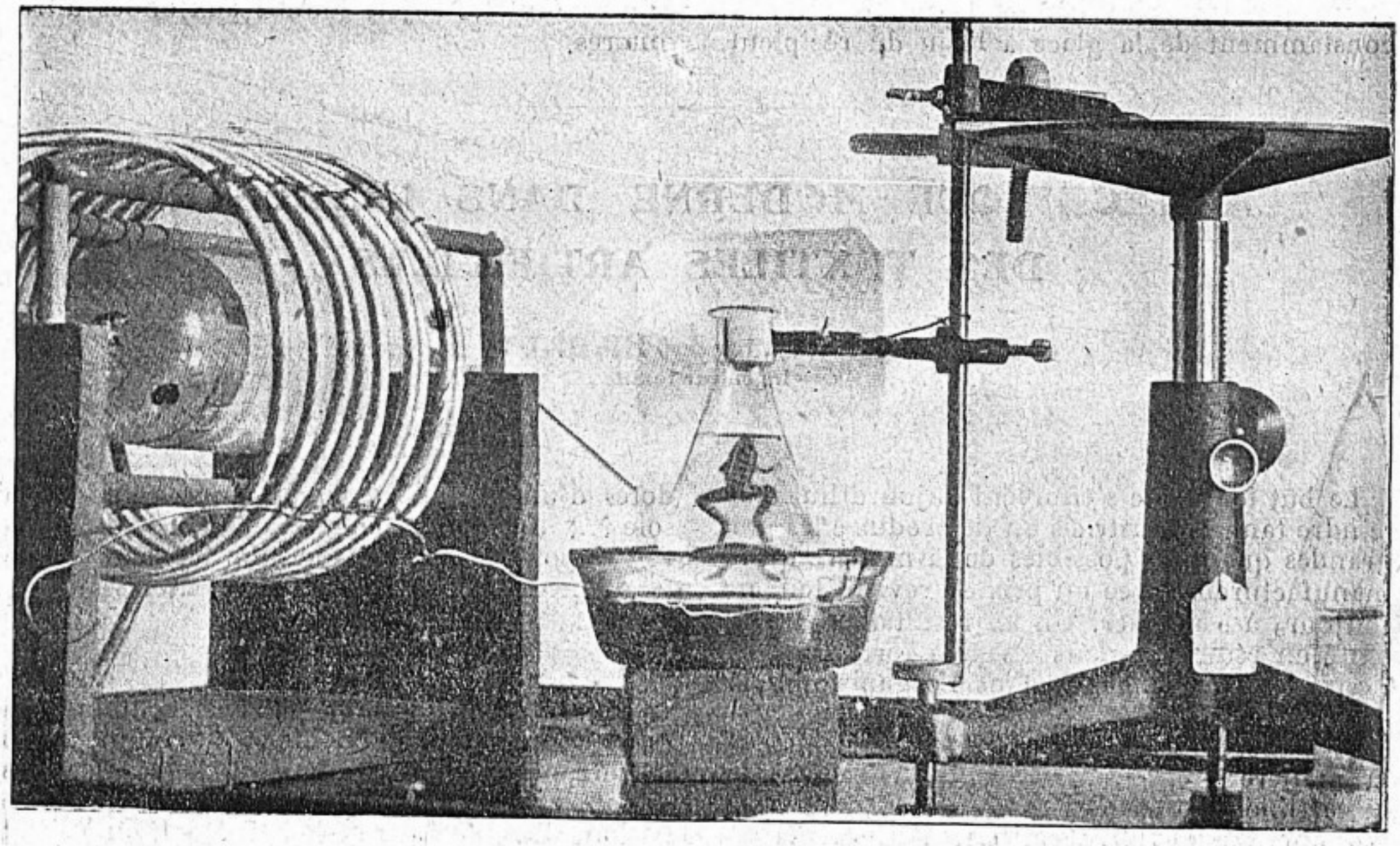


Fig. 276 — Installation de Wood et Loomis pour étudier l'action des ondes ultrasonores sur les grenouilles, petits poissons, etc..

furent tués par une exposition plus longue, à la suite de laquelle beaucoup d'entre eux s'étaient déchirés. D'après Wood et Loomis, si tous les individus ne réagissent pas de même, c'est sans doute parce que ceux qui se maintiennent hors des nœuds de l'onde stationnaire sont moins violemment brassés que les autres. Les bactéries sont protégées de l'action destructrice du brassage par leurs petites dimensions : elles sont de taille assez menue pour que leur ensemble éprouve un traitement uniforme. Au contraire, les organismes plus volumineux se fractionnent parce qu'à leur surface, les forces en jeu varient en grandeur et direction, selon le point d'application.

Les ondes ultrasonores détruisent les globules rouges du sang. Avec une intensité vibratoire

insuffisante, la destruction se ralentit au cours du temps et finit par s'interrompre, à moins qu'on ne vienne à renforcer l'irradiation.

Une irradiation ultrasonore de quelques minutes suffit pour tuer les petits poissons et les grenouilles, Wood et Loomis dont l'installation se voit fig. 276, l'ont constaté, en confirmation des expériences plus anciennes de Langevin, à Toulon. Les souris résistent mieux. Dans une expérience où elles avaient survécu à une irradiation de vingt minutes, elles se sont rétablies très rapidement.

Dans leurs expériences sur les petits poissons et les grenouilles, Wood et Loomis ajoutaient constamment de la glace à l'eau du récipient, afin de combattre les effets thermiques des ondes, mais la précaution a été illusoire. Les expérimentateurs envisagent l'éventualité d'un échauffement interne mortel, comme celui qui se produit dans les champs électriques de haute fréquence. Ils rappellent, à ce propos, le cas de la souris, morte après deux heures de séjour, dans le champ d'un condensateur à air, sous 1.000 volts et 100.000 sec^{-1}. La température de l'intérieur du corps avait dépassé une soixantaine de degrés, ainsi qu'on put le constater en fin d'expérience. Wood et Loomis présument que c'est à des réactions de ce genre, que succomberaient les sujets soumis aux ondes ultrasonores.

LA TECHNIQUE MODERNE DANS L'INDUSTRIE DES TEXTILES ARTIFICIELS

par Raymond **THIÉBAUT**
Ingénieur textile

Le but idéal que s'efforcent aujourd'hui d'atteindre tant d'industriels est de produire les plus grandes quantités possibles de la matière qu'ils manufacturent, avec un prix de revient tendant toujours à s'abaisser. Un tel résultat peut s'obtenir en réduisant dans les plus fortes proportions, les frais engagés dans l'organisation, le matériel de l'usine, le travail des ouvriers mais tout d'abord et principalement dans l'achat de la matière première. Dans l'industrie textile, la terrible montée des cours du change après les angoissantes fluctuations, l'augmentation croissante des exigences de chacun aidée par l'évolution prodigieuse du siècle ayant augmenté considérablement la consommation des textiles ordinaires, ont fait étudier d'une façon très approfondie la création de nouveaux textiles fabriqués par des procédés chimiques, que l'on pourrait acheter à meilleur prix et capables de rendre, ou à peu près, les mêmes effets et les mêmes usages que les textiles naturels. Par antithèse avec ce dernier terme et à juste titre, on les a dénommé « textiles artificiels » qui ont, actuellement, constitué une industrie toute spéciale et d'une importance indiscutable dont l'essor gigantesque s'est surtout manifesté dans la fabrication de la soie artificielle dont la consommation dépasse déjà de plus du double celle de la soie naturelle (83 millions contre 40). Le coton et la laine artificiels ont déjà fourni l'objet de diverses études sans être pour cela beaucoup utilisés parce que trop nouveaux, mais est-ce à dire pour cela qu'ils ne sont pas dotés d'un avenir aussi vaste que celui de la soie ?... Bien audacieux serait celui qui pourrait répondre à telle question et leur étude très générale ne peut qu'en être intéressante.

Coton artificiel.

Toute récente et très peu perfectionnée la fabrication du coton artificiel a, comme nous le verrons plus loin, son point de départ dans la fabrication de la soie artificielle. Après nitrition, dissoute dans l'éther d'alcool, ou à l'état d'alcali cellulose dissoute dans le sulfure de carbone, ou encore dissoute directement dans l'ammoniure, la cellulose traversant l'orifice infime d'une filière, par force, donne un fil brillant de diamètre très faible. Pour lui donner l'aspect soyeux, il faut le mouliner, et le retordre, et c'est précisément ces opérations qui augmentent le prix de la soie artificielle. Si donc, on examine le xanthate de cellulose on voit pratiquement que pour sa préparation on peut employer une cellulose à la soude provenant du bois. L'obtention du gel filable est par le fait très bon marché. Ensuite, après maturation, si l'on fait passer la masse xanthocellulosique à travers les tuyères, en interrompant régulièrement, (pendant des temps égaux mais courts) la pression qui la force à passer on obtient non plus un fil, mais des fibres sensiblement analogues à celles du coton. Au sortir des tuyères, ces fibres sont reçues sur une toile sans fin qui est une lame de caoutchouc

placée obliquement de telle sorte qu'une de ses parties plonge dans le bain coagulant, tandis que l'autre en émerge ; la fibre coagulée est enlevée par le coursier sans fin qui la transporte à des bains spéciaux de purification et de sthénosage. Après on produit un séchage à basse température afin d'éviter le feutrage, en faisant passer un très vif courant d'air. Le résultat obtenu est une sorte de bourre analogue à celle du coton et qui pourra s'employer en filature comme du coton naturel avec l'avantage d'un prix d'achat raisonnable.

Comme on peut le voir d'après ces quelques notes brèves sur la fabrication d'un coton chimique, c'est une découverte importante et utile sinon pour l'époque où nous pouvons acheter du coton naturel, du moins pour l'avenir au cas d'une disette de coton pour la France, causée soit par une guerre des pays producteurs, soit par une réduction sensible de leur exportation cotonnière comme semble déjà le faire l'Amérique en vue de transformer elle-même sa bourre de coton en tissu et de l'exporter sous cette forme.

Laine artificielle.

C'est un produit connu aussi sous le nom de « sniafil », créé, il y a peu de temps, en Italie par la Société Snia Viscosa qui en produit déjà quotidiennement 10.000 livres en moyenne. Ce textile est estimé à 50 % meilleur marché que la laine naturelle. Sa résistance à la rupture est un peu plus grande que celle de la laine brute naturelle mais elle possède plus de lustre et, étant presque essentiellement de la cellulose pure, elle n'a pas le pouvoir calorifuge de la laine de la toison du mouton. Le remplacement de la laine naturelle par le sniafil est très peu probable parce que il existe des différences, non seulement dans la composition chimique, mais aussi dans la structure ; cependant, ce produit est capable de jouer un rôle très grand dans les laines mélangées et peu chères. Il paraîtrait même que, en Angleterre, les usines de West-Riding, travaillant les déchets de laine, trouveraient là un concurrent dangereux. En général, cette laine artificielle manque d'élasticité : elle n'a pas de vitalité dans ses fibres, ce qui fait que l'on doit y adjoindre une mèche de laine naturelle qui servira de véhicule en quelque sorte, au passage de la filature. Afin de réduire encore son prix d'achat et de travail, il serait préférable de pouvoir la manufacturer sur du matériel de filature du coton, mais pour cela les fibres de sniafil sont trop longues ; on n'a pu en obtenir de plus petites que 5 à 6 cm.; peut être y arrivera-t-on par découpage de la fibre ou quelque autre moyen ; ce textile n'est encore qu'à ses débuts il est vrai.

Plusieurs procédés ont été dernièrement brevetés pour la préparation de cette laine artificielle, en partant de la cellulose. Un procédé anglais consiste à soumettre les filaments, au sortir du bain coagulant, (c'est-à-dire avant qu'ils n'atteignent la stabilité moléculaire) à une rapide réduction de tension afin de leur donner une forme ondulée ou crépue analogue à celle de la laine naturelle. La machine est constituée d'une lame fixée élastiquement à la partie supérieure du tambour d'enroulement pour relâcher la tension et changer la direction du parcours vers un autre tambour enroulant sans tension.

Dans un autre procédé, on prend du coton ou une fibre textile quelconque contenant de la cellulose et on la soumet à l'action d'alcalis caustiques pour former un xanthate insoluble dans l'eau au moyen de disulfure de carbone. Ce xanthate est ensuite soumis à une douce oxydation qui éliminera incomplètement le disulfure de carbone combiné. Les fils et tissus ainsi traités peuvent se rétrécir et leur propriétés tinctoriales sont tellement altérées qu'ils ont une puissante affinité pour les colorants basiques. Pour ainsi dire, ce dernier procédé n'est en somme qu'une « lanification » du coton brut ou en tissus.

Soie artificielle.

Deux grandes industries modernes ont pris depuis 25 ans un développement aussi rapide qu'impressionnant ce sont, d'après les statistiques, celle de l'automobile et celle de la soie artificielle. Aucune autre dans l'histoire n'avait connu aussi fulgurante ascension ; il est en effet de fait que la soie artificielle ne date que de 1890 époque à laquelle « Chardonnet » imagina la transformation du coton en nitrocellulose et de dissoudre ultérieurement celle-ci dans un mélange d'alcool et d'éther. Plus tard « Deipeissis » inventa le procédé cupro-ammoniacal. Mais le véritable essor de la soie artificielle ne s'affirma qu'avec la mise au point définitive de la viscose (découverte un peu avant la méthode de « Chardonnet »). Enfin, une nouvelle formule à l'acétate de cellulose ne s'est industrialisée que depuis la guerre. En 1913, l'Angleterre venait en tête de la fabrication de la soie artificielle avec 5.200 tonnes, puis l'Allemagne avec 2.060 tonnes et la France avec 1.400 tonnes. Les productions de quelques autres pays ajoutées à ces 3 principales fournissaient alors un total de 12.365 tonnes, bien supérieur déjà à la petite production de 1910 qui ne dépassait pas 800 tonnes. Mais, dès la cessation des hostilités la production mondiale fut exacerbée au-delà de toute prévision, c'est ainsi qu'en 1926 l'Angleterre avait augmenté sa fabrication de 15 %, l'Allemagne amputée de l'Alsace, produisait 6.000 tonnes de plus qu'en 1914, puis, la France grâce à l'installation d'usines nouvelles (Albi, St-Quentin) avait

grossi sa fabrication de plus de 150 %. Cependant des pays nouveaux étaient venus apporter leur collaboration au développement de cette jeune industrie ; tels sont les Etats-Unis avec 14.500 tonnes, l'Italie qui prit la 2e place du monde, puis la Hollande, la Suède, la Tchécoslovaquie, le Japon, etc..., les chiffres impressionnants suffisent à montrer, sans plus longs commentaires, l'extension gigantesque qu'a pris de nos jours la fabrication de la soie ou plutôt des soies artificielles puisque, ainsi

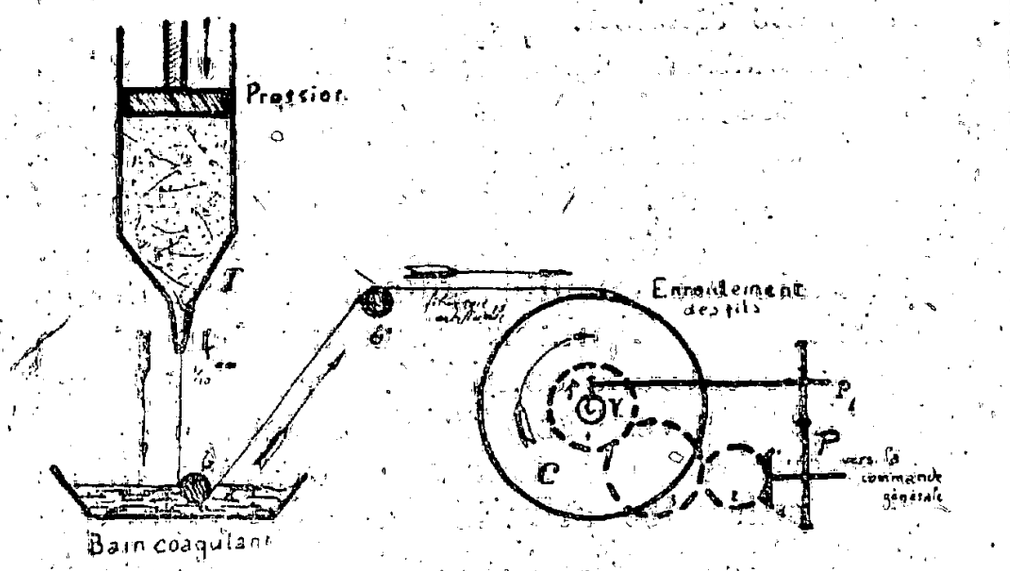


Fig. 277 - Le cylindre ; *c*, est animé de deux mouvements :
a, mouvement de rotation.
b, mouvement de translation.

que nous allons le voir sans toutefois rentrer dans les détails de réactions chimiques il existe plusieurs sortes de soies artificielles :

1° *Soie à base de nitro-cellulose.* — Le prototype est la soie de « Chardonnet ». Le principe comporte 4 opérations principales.

a) Préparation de la nitrocellulose. — On mélange une partie de coton avec 9 parties d'un mélange acide composé lui-même de 15 parties d'acide azotique à 42° B. et 85 parties d'acide sulfurique anhydre. Après 5 à 6 heures, la nitrification est complète. On retire, lave, essore, et sèche.

b) Transformation en collodion. — On dissout la nitrocellulose ainsi obtenue dans 4 fois son poids d'éther alcoolique (15 à 20 heures). On épure, on filtre et on laisse reposer la matière.

c) Filage et moulinage. — On file dans des appareils spéciaux (dont le schéma explicatif est représenté fig. 277) sous une pression de 40 à 60 atmosphères. Après filage à travers une tuyère T de 1/10 mm., on enroule le fil nouvellement formé sur un cylindre animé d'un mouvement de rotation pour l'enroulement et d'un mouvement de translation afin d'éviter des superpositions trop intimes des fils. Ensuite, on sèche à une température de 45°.

d) Dénitrification. — Les fils ainsi obtenus s'enflamment très rapidement aussi est-on obligé de les rendre inflammables pour leur emploi, en rendant la cellulose à son état naturel. C'est pourquoi l'on traite les fils par une solution de sulfhydrate de soude ou de magnésium. Par ce traitement la soie devient jaune, il faut donc la blanchir par du chlorure de chaux et de l'acide chlorhydrique. Ensuite, on lave, on essore, on sèche et l'on teint s'il y a lieu.

2° *Soie sthénosée* (procédé « Eschalier »). — Si l'on imprègne la cellulose ou les fils obtenus, avec le produit d'un bain de formol, d'acide sulfurique et d'acétone bouillant, on obtient des soies « sthénosées » dont la résistance est plus grande à l'état mouillé qu'à l'état sec.

3° *Soie cuproammoniacale* (procédé « Nienkmeyer »). — En faisant passer les textiles cellulosiques dans un bain cuproammoniacal, il se trouve à leur surface une pellicule de cellulose gélatinisée qui retient l'oxyde de cuivre. On file ces soies en faisant passer par pression d'air comprimé (voir fig. 278) une solution colloïdale cellulosique à travers des filières plongeant dans un bain d'acide sulfurique (40 à 60 % d'SO^4H^2) ou de soude qui coagule. Le fil est ensuite enroulé en spirale sur un plateau *P* tournant par les engrenages *1 et 2*.

4° *Soie à la chitine.* — C'est une soie dont le procédé de fabrication vient d'être tout nouvellement découvert (Herzog et G. Kunike) et breveté. Il consiste à transformer la chitine en un gel ou un sol reversible à l'aide duquel on peut former par reconstitution de la substance des fibres artificielles. Aucune remarque spéciale ne peut être mentionnée au sujet de cette soie artificielle qui n'a encore à son actif que bien peu d'expérience.

5° *Soie artificielle à l'acétate de cellulose.* — Connue en Angleterre, sous le nom de « célanèse », elle se fabrique en deux opérations distinctes :

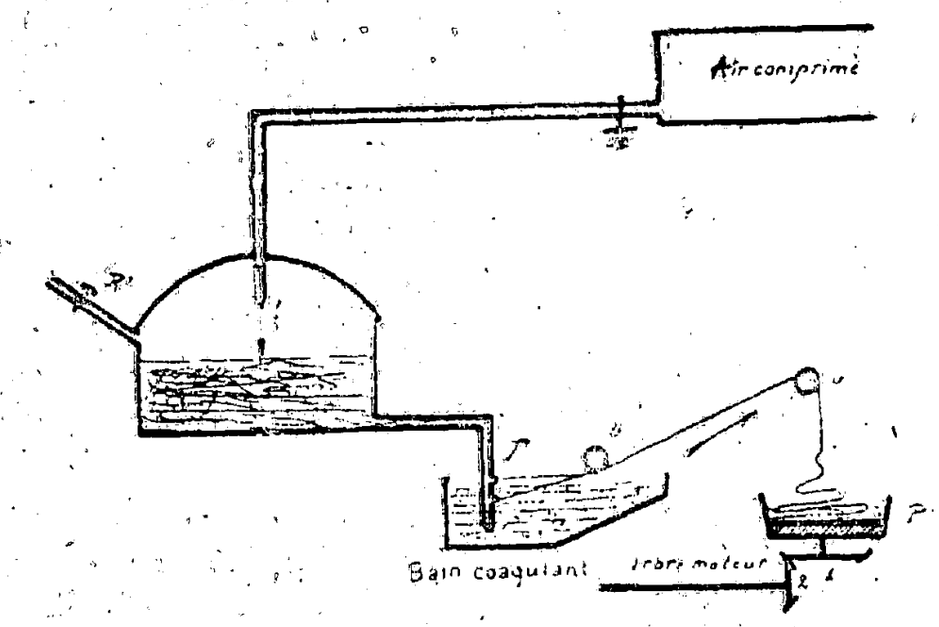


Fig. 278.

a) Préparation de l'acétate de cellulose. — L'acétate de cellulose ou plus précisément l'acétate d'hydrate de cellulose s'obtient avec du coton et de l'acide acétique. Le coton employé doit au préalable avoir été traité au chlore, c'est donc un coton chloré que l'on mélange

à l'acide acétique (100 coton, 85o acide acétique). La température de la réaction doit être inférieure à 45° C. et comme la réaction dégage beaucoup de chaleur, il faut mélanger la masse entière énergiquement afin d'éviter l'échauffement excessif de la partie directement attaquée sinon l'acétate devient gris. La durée de l'opération varie de 3 à 5 heures environ suivant la température. On peut aussi préparer l'acétate de cellulose en imprégnant la cellulose chlorée d'un excès d'acide acétique glacial. L'excès est ensuite enlevé par essorage ou par pression pour y laisser la quantité juste suffisante. L'avantage de ce procédé réside en ce que, au cas où la cellulose ne serait pas suffisamment sèche, le lavage préliminaire à l'acide acétique glacial lui enlève l'excès d'humidité. L'inconvénient est qu'il y a dilution de l'acide glacial par l'humidité du coton ; de plus, il est nécessaire d'opérer rapidement afin que le chlore retenu par la cellulose ne puisse passer dans l'acide acétique. Quelquefois, on attaque le coton plus fortement au chlore et par excès de température ou de durée on l'hydrolise plus ou moins complètement. L'hydrocellulose ainsi formé peut être acétylée par une solution variable, puis, par une attaque de coton au chlore pendant deux ou trois heures à 5o ou 55° C., on obtient un coton suffisamment hydrolisé pour pouvoir l'acétyler avec un mélange de 200 % d'acide acétique. Mais l'acétate obtenu de cette façon ne donne pas des fils aussi solides qu'en procédant comme précédemment.

b) Filage de l'acétate de cellulose. — La pâte ou masse d'acétate obtenue ainsi par l'un des procédés précités doit être transformée en fil. Pour cela, il suffit de forcer la solution à passer dans des filières, de précipiter le fil obtenu et de le sécher. Ensuite, ce fil doit subir les opérations habituellement instituées dans la filature de la soie naturelle. Deux méthodes sont ordinairement employées : 1° par bain précipitant ; 2° par voie sèche.

1° *Bain précipitant.* — L'acétate est forcé de passer dans des filières de cristal ou de glatines de 1/10 mm., le fil en sortant passe dans un bac spécial où il se coagule. Le fil primaire est réuni à d'autres, grâce à des bobines animées d'un mouvement de rotation très rapide et c'est le filament multiple qui constitue le fil de soie.

2° *Voie sèche.* — La solution visqueuse d'acétate de cellulose obtenue par addition de solvants et de plastifiants, est forcée à travers les mêmes filières que dans les autres procédés mais placées dans une chambre étanche chauffée au voisinage du point d'ébullition des solvants employés. Le fil nouvellement formé passe dans cette ambiance sur des rouleaux tournant rapidement et c'est l'élimination progressive des solvants qui amène la solidification du fil. Les solvants sont récupérés cependant que les fils sont tordus et réunis.

Dans ces méthodes la préparation des solutions est d'une énorme importance, car si elles ne sont pas très soigneusement filtrées et privées d'air, le fil pourra se rompre soit au cours du filage soit durant le séchage. Les soies à l'acétate de cellulose se présentent comme des fils réguliers et cylindriques, ne gonflant pas à l'eau et particulièrement brillantes, solides et lavables.

6° *Soie artificielle à la viscose.* — Pour fabriquer de la viscose on malaxe, à température ordinaire, du sulfure de carbone avec de l'alcali cellulose pressée, mais le sulfure de carbone agissant davantage sur les parties externes, on obtient des mélanges de différentes compositions d'un plus ou moins grand excès de sulfure de carbone. Après un assez long repos, on dissout dans l'eau et on laisse mûrir pendant plusieurs jours à la température

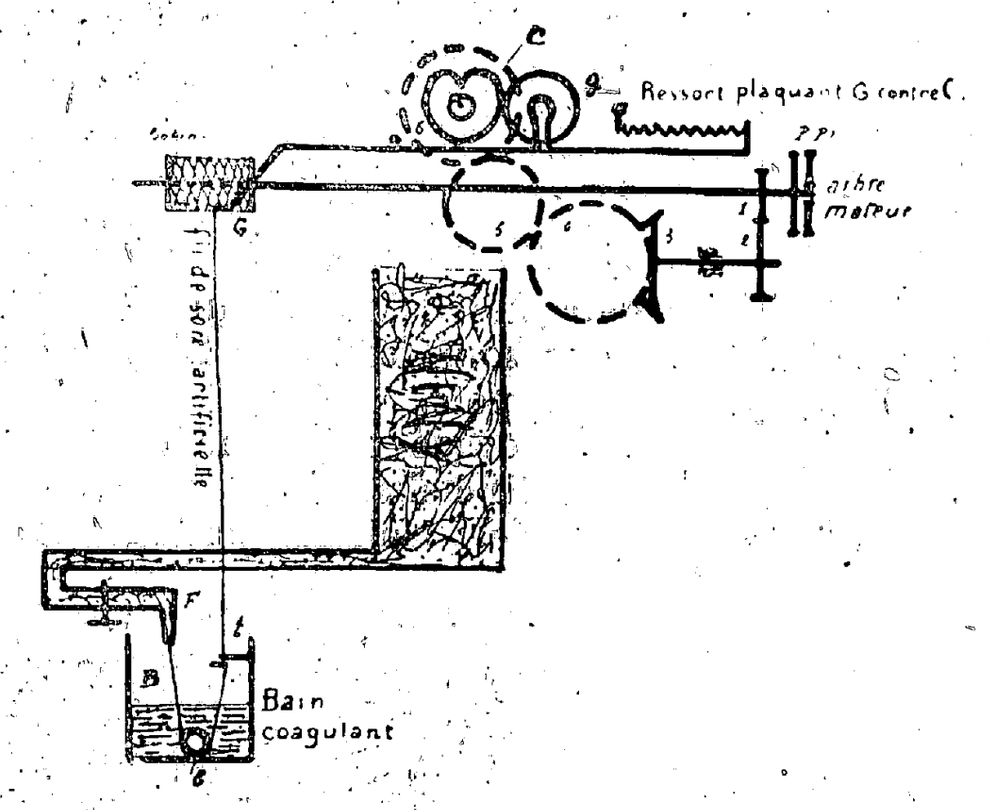


Fig. 279 — La pression dans la filière est donnée par un moyen mécanique non figuré sur le schéma.

ordinaire. C'est alors pendant ce laps de temps qu'il se forme des produits secondaires (à cause de l'excès de soude caustique et de sulfure de carbone) qu'il faut éliminer le plus possible pour la filature. Il existe un procédé récent qui améliore cette fabrication en réduisant dans de notables proportions la quantité de sulfure de carbone ainsi que la durée du traitement tout en obtenant rapidement une solution homogène prête à être filée sans épuration. Il s'agit, en effet, de séparer sous pression la solution de soude caustique afin d'obtenir 21 à 25 % parties de cellulose. Le produit finement déchiqueté est malaxé mécaniquement dans un appareil à double paroi chauffé à 3o ou 4o° C, avec 15 à 25 parties de soufre dans le sulfure de carbone, pour 100 parties de cellulose sèche. On mélange encore pendant quelques heures jusqu'à ce que la

masse ait un aspect homogène, puis après filtration et séparation de l'air, elle est propre à la filature.

Les solutions de viscose sont forcées sous pression à travers les orifices capillaires de filières placées dans des bains coagulants, puis après sont enroulées sous forme de fils sur des bobines ou dans des pots.

Quelque soit le procédé chimique de fabrication de la soie artificielle, le fil est obtenu comme nous venons de le voir par passage forcé à travers une filière. Au sortir de celle-ci quatre modes de traitement des fils se présentent, ce sont :

1° En découpant les fils peu après leur sortie de la filière, en petits morceaux par l'intervention d'un mécanisme spécial on peut obtenir directement des fils courts pouvant servir de succédanés à la laine et au coton soit naturels soit artificiels et dont nous avons parlé très brièvement plus haut. Ces fils sont ensuite traités sous cette forme.

2° Les fils ou faisceaux de fils sortant de la filière passent dans un bain B de coagulation (voir fig. 279 et 280) sous une petite baguette de verre b, puis en ressortent en passant par le dispositif de tension t pour venir enfin sur le guide-fil G qui, animé d'un mouvement de va et vient grâce à la came C et au galet g. Les bobines sont placées sur un arbre qui tourne par sa commande par engrenages venant de l'arbre-moteur de la machine. La machine est commandée par courroie se déplaçant sur des cônes $C'C''$ à profils étudiés, la vitesse de rotation des broches renvideuses variant avec la grosseur de la bobine renvidée.

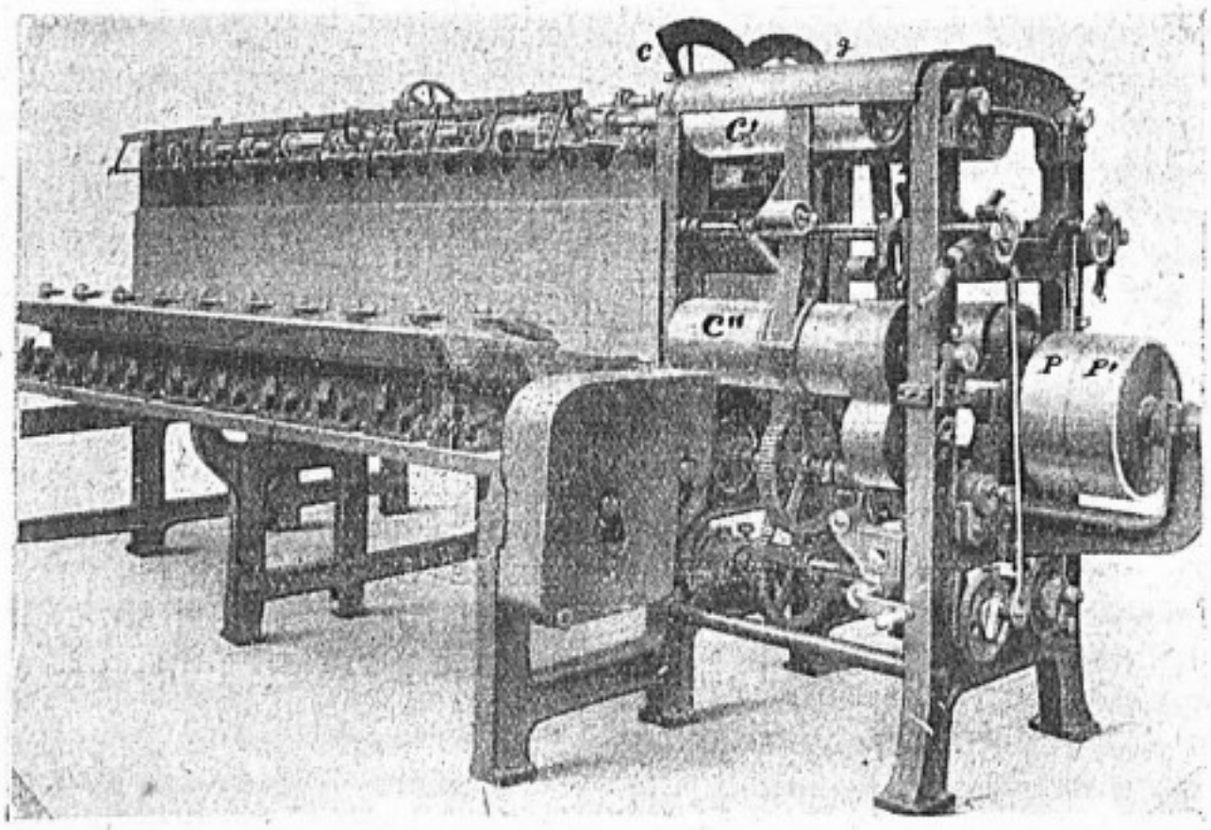


Fig. 280.

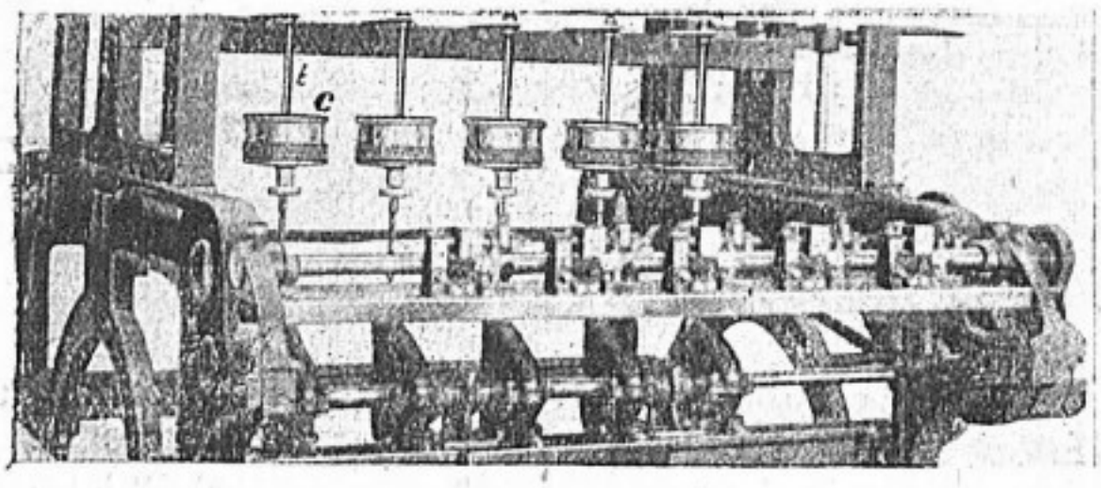


Fig. 281.

3° Le faisceau de fil est introduit dans un récipient de filage rotatif dans lesquels les fils projetés contre les parois, de par la force centrifuge, sont recueillis (voir fig. 281 et 283). La centrifugeuse C tournant librement comme une broche de filature, reçoit les fils par la tuyère t, venant de la filière F. Les fils enroulés affectent la forme d'une pelotte.

Parmi des rouleaux à surfaces élastiques, les fils sortants des filières sont amenés à une

centrifugeuse semblable à la précédente, tournant lentement. Après avoir recueilli une certaine quantité de fils dans cet appareil, on accélère la vitesse de rotation ce qui débarasse la masse des fils des impuretés (provenant du bain de précipitation) qui y adhèrent encore. Le lavage et le traitement des fils peuvent s'exécuter dans la centrifugeuse ordinaire servant au séchage de la soie.

Quand cette soie est ainsi enroulée en pelotte ou en bobines, on procède au « renvidage » quelquefois précédé du « retordage ». La question du bobinage de la soie artificielle est, en effet, très délicate et principalement en bonneterie où, bien souvent, de la façon dont la bobine (bobine bouteille) se présente dépend le plus ou moins bon rendement du métier à tricoter. Donc la soie destinée à être employée avec sa teinte naturelle ou à être teinte une fois tissée, se mettra en « bobines » et en « canettes » sur des bobinoirs ordinaires et la soie devant être teinte au préalable se mettra sur bobinoirs spéciaux du genre de ceux décrits plus loin. En général, toute machine de renvidage devra être munie de dispositifs d'arrêt automatique par casse de fil ou passage d'irrégularité de celui-ci. Les bobines et dévidoirs, le plus souvent en bois, ne doivent présenter aucune aspérité, mais, au contraire, être le plus lisse possible. Toutefois, le bois ne devra pas être verni car la soie, parfois manipulée à l'état humide, peut ainsi attaquer le verni et provoquer une décomposition de celui-ci, c'est-à-dire une tache sur le filé. D'autre part, la soie artificielle ayant une très grande affinité pour les impuretés provenant de la transpiration, les ouvrières qui ont des mains moites ou qui ne sont pas en bonne santé doivent être éliminées autant que possible de ce travail.

Les dévidoirs généralement employés sont du système Tavelle (fig. 282 et 284), c'est-à-dire qu'ils peuvent se développer plus ou moins selon la grandeur exacte de l'écheveau désiré par simple manœuvre du bouton central à crémaillère, qui rentre les bras de la quantité voulue. Le fil provenant de la bobine B placée sur un rayon spécial passe dans un petit appareil tendeur dit « queue de cochon » (c'est sa forme qui a donné son nom) pour aller ensuite s'enrouler en écheveau sur le dévidoir *D*. Celui-ci est commandé par corde ou par courroie de l'arbre moteur de la machine. Il y a donc un dévidoir pour chaque bobine. Quelquefois, on emploie des dévidoirs à « guindres », c'est-à-dire qu'il n'existe qu'un seul dévidoir indéformable pour toutes les bobines (fig. 285 et 286). Le fil de chaque bobine vient s'y enrouler formant un écheveau spécial en passant à travers des œillets de porcelaine, baguettes tendeuses en verre, et les bobines sont placées fixes sur des cônes en bois spéciaux. La machine est commandée par un système de poulies étagées rendant la vitesse variable.

Ainsi mise en écheveaux, cette soie artificielle peut être teinte, mais c'est là une question très problématique encore peu résolue par nos chimistes et qui fait chaque jour l'objet de nombreux efforts et de patientes recherches.

Lorsque la soie employée est la viscose, la soie à la nitrocellulose ou au cuivre, on peut teindre avec des colorants directs pour coton, sans pour cela toucher à la soie à l'acétate de cellulose qui exige des colorants spéciaux. C'est un procédé original et souvent employé pour obtenir des effets de deux couleurs en employant par exemple des soies à l'acétate mé-

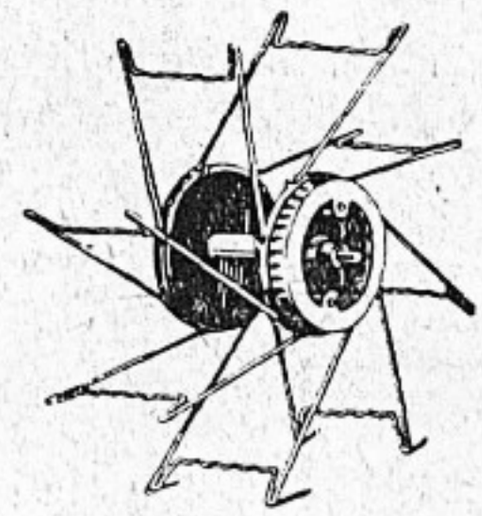


Fig. 282.

langées à d'autres différentes. Néanmoins, c'est un point gênant et délicat de ne pouvoir obtenir une teinte uniforme si une même pièce de tissu comporte deux soies de préparations distinctes, c'est ce qui rend la teinture de la soie artificielle assez mystérieuse. De plus, il est reconnu qu'une même soie n'est jamais complètement uniforme et, malgré tous les perfectionnements modernes, le lustre influe énormément sur les possibilités de bonne teinture. Si l'on teint dans le même bain, avec colorants directs et sous des conditions identiques des soies différant par leur coefficient de lustre, on trouve que pour certaines nuances des soies de lustres différents ont le même fonçage et le même ton, tandis que pour d'autres couleurs la soie présentant le moins de lustre est la plus foncée. De ceci, il résulte que pour tenir un traitement de teinture suffisant pour certaines quantités de soies artificielles (fils ou tissus) pouvant obtenir un mélange de soies peu ou très lustrées il faut adopter un traitement capable de produire sur ces deux genres de soies des propriétés d'affinité à la teinture commune et moyenne.

Quand on veut teindre la soie artificielle en tissu, il faut veiller à ce que celui-ci soit exempt de toutes matières grasses. La teinture se fait cependant mieux.

Sans lessivage et, à l'encontre de ce qu'on lit souvent, en nitrant les tissus à l'ébullition,

on obtient une meilleure pénétration. Pour les nuances claires, on prépare généralement un bain alcalin, en présence ou non, de sulfate de soude. Lorsqu'on veut obtenir du rouge turc il est bon d'ajouter un peu d'huile à ce bain. Pour les teintes moyennes et foncées, il faut ajouter au bain du sulfate de soude dans la proportion du poids du tissu. Après la teinture, on peut traiter avec la formaldéhyde qui fonce légèrement la nuance, mais augmente la solidité au lavage. D'une façon générale, on peut dire que plus la teinture est rapide, moins la soie perd de son brillant, c'est pourquoi il est

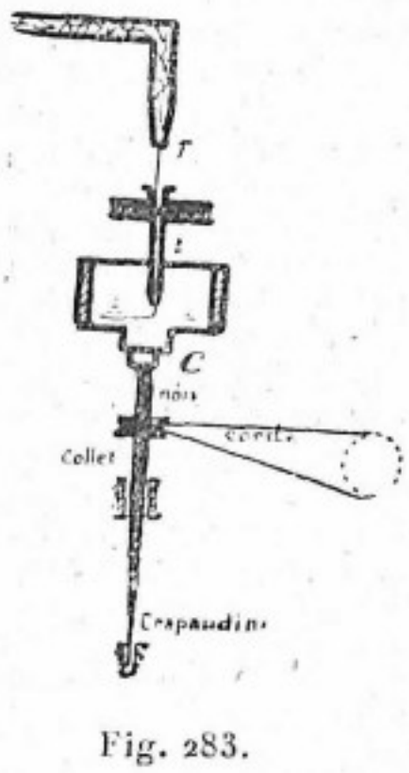


Fig. 283.

nécessaire d'avoir des formules rapides et sûres. Il est donc de toute première importance pour le teinturier de savoir parfaitement la nature et la composition chimique de la soie qu'il doit teindre sous peine de graves conséquences. La soie artificielle étant très souvent mélangée à du coton ou de la laine, voire même à d'autres textiles naturels ou artificiels, la question teinture en devient encore plus compliquée. Sans vouloir rentrer dans les détails chimiques quand on veut teindre des pièces de tissus soie artificielle et coton d'une nuance uniforme on peut avec succès employer les jaunes, oranges, bruns, verts, gris, violets, diphényle et le noir formique ; mais les bleus directs ne peuvent être utilisés teignant plus fortement la soie que le coton, (principalement le bleu marine). Du reste, la teinte bleue est très délicate pour tous textiles de même que bien souvent les bruns nègres qui donnent un ton jaune sur coton, mais le brun nègre diphényle est précisément employé pour obvier à cet inconvénient. Dans les mélanges de laine et de soie artificielle, il y a lieu de faire une sélection très rigoureuse des colorants, ainsi les bruns directs sur tissus de laine, soie artificielle et coton donnent une nuance plus jaune sur laine que sur le coton et que sur la soie artificielle.,

On cite (1) comme recommandables les colorants suivants, quoique les fibres végétales se teignent en tons plus foncés qu'avec la laine, même avec une sérieuse ébullition : « jaune diphényle chlorurée, jaune soleil, orange polyphényle, brun solide diphényle, noir solide diphényle » et lorsque la nuance désirée est obtenue sur soie et coton par ces colorants, on emploie pour la laine, « rouge neutre, violet neutre, ério véridine, bleu acide brillant extra, orange II et jasmin ». Dans les articles laine et soie artificielle, on peut obtenir des effets de couleurs. Si l'on teint la laine seulement, les tons foncés comme noirs, marines, bruns nègres, les meilleurs seront obtenus avec colorants au chrome, car si l'on teint avec colorants acides les simples lessivages domestiques suffisent à faire dégorger la couleur. Ainsi, le lecteur peut, je crois, d'après ces nombreuses conditions pour une teinture parfaite, se rendre compte de la difficulté le cette industrie chimique qui n'est pas encore au point malgré ses ardents travailleurs.

Le fil de soie artificielle une fois teint, lessivé, fixé, peut être, avec quelques petites particularités, assimilé à un fil d'autres textiles et sa ressemblance stupéfiante avec la soie de nos cocons le fait employer dans la fabrication d'articles de luxe. Le tissage en fait les mêmes

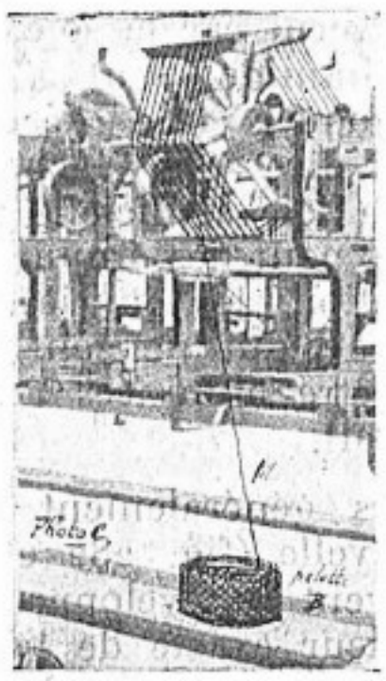


Fig. 284.

étoffes qu'avec la soie naturelle et naturellement pour un prix considérablement moindre. La bonneterie l'utilise énormément dans la fabrication de cache-cols, tricots, pull-overs, sweaters, etc... L'industrie de la dentelle mécanique ou à la main fait également une consommation de soie artificielle qui s'accentue de jour en jour. Les deux grands centres de production de la dentelle mécanique sont Calais et Lyon et quoique le premier soit plus ancien

(1) Revues : *Textile Colorist, Dyer and Calicat Printer*

que l'autre c'est cependant Lyon qui reste le plus important et qui produit les plus jolies dentelles et les plus recherchées par la haute

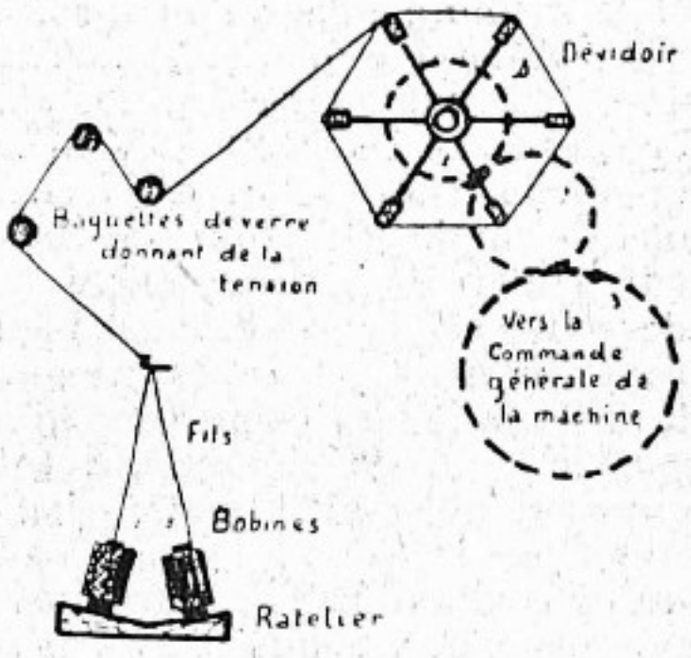


Fig. 285.

couture. La technique moderne de l'industrie de la dentelle mécanique a été jusqu'à pouvoir réaliser merveilleusement la « Guipure de Ve-

pulée arrive à se tacher comme je l'ai déjà dit plus haut au sujet de son bobinage.

Le tricotage des fils de soie artificielle exige lui aussi quelques précautions. La tension du fil doit être régulière et pas trop considérable, il faut, en effet, se rappeler que la soie ne possède qu'une faible torsion et que ses filaments se séparent ainsi facilement. Puis, la soie artificielle possède bien une certaine élasticité, mais son point de rupture est très voisin de sa limite d'élasticité, une fois ce point dépassé le fil pourra s'allonger encore quelquefois mais ne pourra revenir à sa longueur primitive. La partie du fil qui aura souffert de la tension exagérée donnera, une fois le tricot teint et apprêté, des inégalités de teinture. Pour le graissage de la machine, on aura soin l'employer un lubrifiant spécial ne tachant pas la soie. On fait ordinairement subir aux fibres le « conditionnement » ayant pour effet d'assouplir la fibre, de rendre ses filaments homogènes et de les recouvrir d'une pellicule permettant de subir le passage au métier à tricoter. Il consiste à tremper le fil dans une solution composée généralement d'huile de pied de

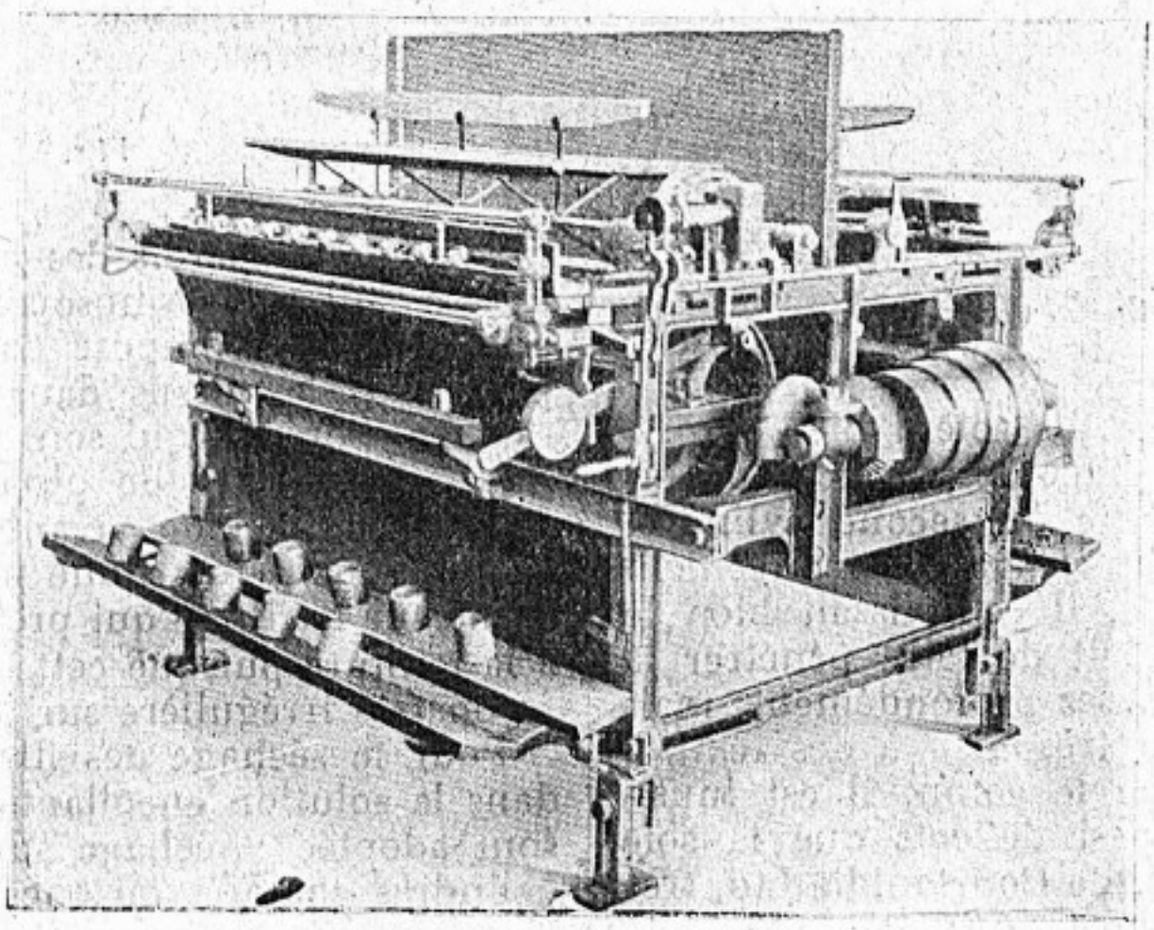


Fig. 286.

nise » caractérisée par une série de points où les vides sont remplis de fils lancés et unis à leur croisement de boucles, de picots, de cœurs, la « guipure point de rose » guipure vénitienne, élégante et plus minutieuse encore; la « guipure point Colbet » composé de points à grands reliefs avec rinceaux épanouis de fleurs, la « guipure du Puy » faite en soie noire artificielle. La dentelle au fuseau, à la main emploie aussi beaucoup la soie artificielle, mais avec l'inconvénient que celle-ci par trop mani-

bœuf. On peut appliquer cette solution par vaporisage ou par trempage et ce dernier mode est plus efficace pour l'uniformité de la saturation. La proportion de solution qui doit rester dans le fil est de 5 à 10 %, on exprime ensuite le surplus et l'on fait sécher. Quelquefois, on emploie aussi de la paraffine, montée en disques sur les dévidoirs et bobines ; c'est un autre moyen de conditionnement efficace quand on veut obtenir des tricotages pelucheux, mais cette paraffine pénètre souvent

dans les fentes des aiguilles du métier à tricoter et les obstrue, aussi n'adopte-t-on ce procédé que pour des articles tricotés sur métiers à aiguilles à becs.

Ce conditionnement existe également au tissage sous le nom d' « encollage » ou de « parage » des fils. Il consiste, les fils de soie artificielle étant mis sous forme de nappe de fils parallèles enroulée autour d'un fût de bois (ensouple) à faire passer cette nappe sur un rouleau horizontal dont la partie inférieure plonge dans un bain composé de la solution d'encollage convenable (voir fig. 287). Ensuite, cette nappe de fils, comportant quelquefois plusieurs milliers de fils de même longueur, passe sur un petit rouleau-guide *r'* tournant très librement, puis au-dessus d'un plateau chauffé *P* pour le séchage des fils imprégniés de colle, enfin les fils viennent en définitive s'enrouler sur l'ensouple destinée au tissage E après être passés sur d'autres petits rouleaux-

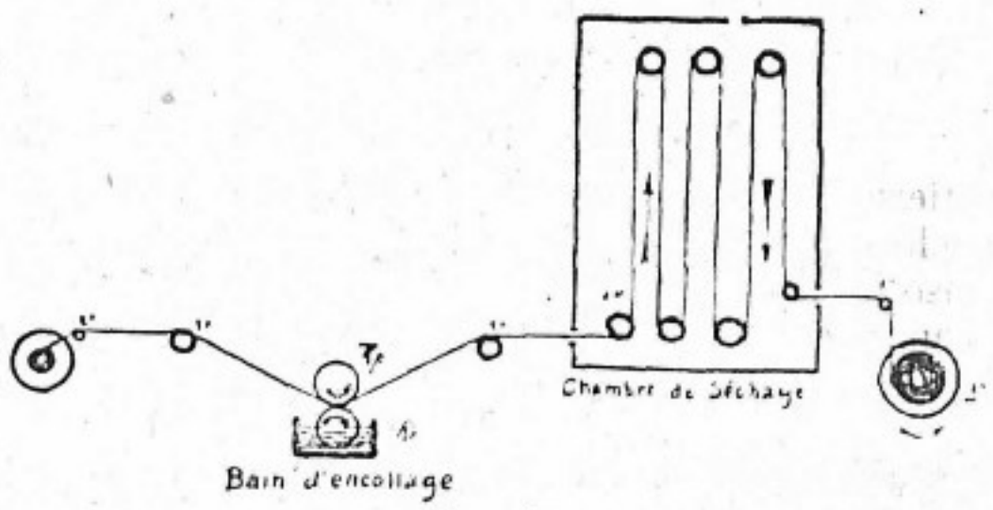


Fig. 287.

guides *r''*. Afin que les fils soient bien imprégnés de colle on a eu l'idée de placer au-dessus du cylindre encolleur *Re* un second cylindre, presseur *Rp* ; mais celui-ci avait l'inconvénient de trop presser les fils, il remplissait bien le rôle qu'on lui demandait de faire pénétrer la colle à travers les fils assez profondément, mais si ce système convient très bien à des textiles moins fragiles tels que le coton, il est inusitable pour des fils aussi délicats que la soie artificielle ou naturelle. La Courtauld's Ltd, très importante fabrique de soie artificielle, a adopté un système plus ingénieux et moins brutal. Il consiste à remplacer le rouleau-presseur *Rp* dont on parlait précédemment par un rouleau spécial (voir fig. 288) composé d'une tige centrale en matière flexible, un espace étant réservé entre cette tige centrale et le bord extérieur du cylindre flexible, pour l'introduction d'eau, par le robinet *r* et la tuyauterie *t.*, destinée à presser assez fortement sur la nappe de fil et à imprégnier de ce fait suffisamment les fils de la solution d'encollage. La pression existant entre les deux rouleaux fait qu'une petite nappe de la solution s'amasse à leur point de contact et aide ainsi à l'imprégnation des fils. De par la flexibilité spéciale du rouleau, les nœuds que présentent les fils peuvent passer sans être ni arrachés ni coupés. Pour rendre plus ou moins forte la pression, il suffit de remplir le cylindre plus ou moins complètement. Il est préférable que les deux rouleaux *Re* et *Rp* reçoivent une vitesse positive afin que ces deux rouleaux se meuvent à la même vitesse tangentielle. Les solutions d'encollage ordinairement employées sont à base de gomme adragante. Pour la célanèse (soie à l'acétate de cellulose) la gélatine est bien souvent employé, mais, la gélatine est, comme on le sait, de la famille des composés chimiques connue sous le nom de colloïdes, substances essentiellement solubles bien que la gélatine ne soit pas directement soluble dans l'eau. On remarquera que si on la laisse tremper dans l'eau chaude pendant quelque temps, il se produit d'abord un gonflement très visible de la masse, suivi de la solubilité très facile qui donne une coloration uniforme ; l'immersion dans l'eau semble donc déterminer un ramo-

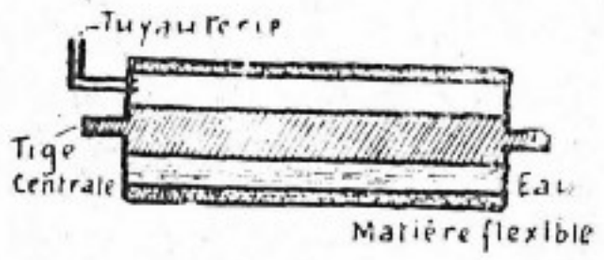


Fig. 288.

lissement des parois des molécules de gélatine, il s'en suit une osmose moléculaire et la production d'un composé soluble hydraté. Donc pour tous les tissus dans lesquels la célanèse est incorporée et qui sont encollés à la gélatine il sera nécessaire de plonger l'étoffe dans un bain d'eau froide avant tout traitement à chaud, sous peine d'une précipitation de la gélatine sur le fil, ce qui provoquerait des défauts à la teinture puisque cette gélatine réagit d'une façon très irrégulière sur les colorants.

Pour le séchage des fils, après leur passage dans la solution encollante plusieurs dispositifs sont adoptée : séchage sur table chauffée, sur cylindres chauffés ou encore passage dans une chambre chauffée avec ou sans circulation d'air chaud. Dans tous les cas, la vitesse de travail doit être réglée de telle sorte que les fils soient capables de bien prendre l'apprêt ainsi que de sécher complètement avant de s'enrouler sur l'ensouple. Certains cas peuvent faire ralentir la vitesse du manche, c'est ainsi par exemple que, en raison de l'emploi de certains produits (huiles, savons) dans la préparation avant teinture, les fils viscose de certaines couleurs (noirs, bleus, bruns fixes) prennent plus difficilement l'apprêt ; une vitesse de marche plus lente est alors nécessaire. D'autre part, la tension ne doit pas être trop forte vu le peu de résistance des fils à l'état humide et

leur tendance à s'allonger sous une pression un peu forte.

L'encollage a aussi lieu parfois en écheveaux. On ouvre ces derniers, on les laisse sécher et on les suspend sans les serrer, il n'y a pas alors d'allongement notable. Cependant, ce procédé a le grand inconvénient de faire disparaître la presque totalité des matières encollantes au moment de l'arrivée des fils au métier à tisser (endroit qui est la principale cause de l'encollage) par suite des nombreuses opérations préalables qui ont dépouillé le fil de son apprêt avant qu'il n'arrive an tissage proprement dit. Ce procédé est donc moins bon que le précédent malgré son moindre allongement des fils encollés, c'est ce qui fait qu'on l'emploie moins souvent.

Enfin, après toutes ces opérations l'ensouple de fils obtenue à l'encollage est montée sur le

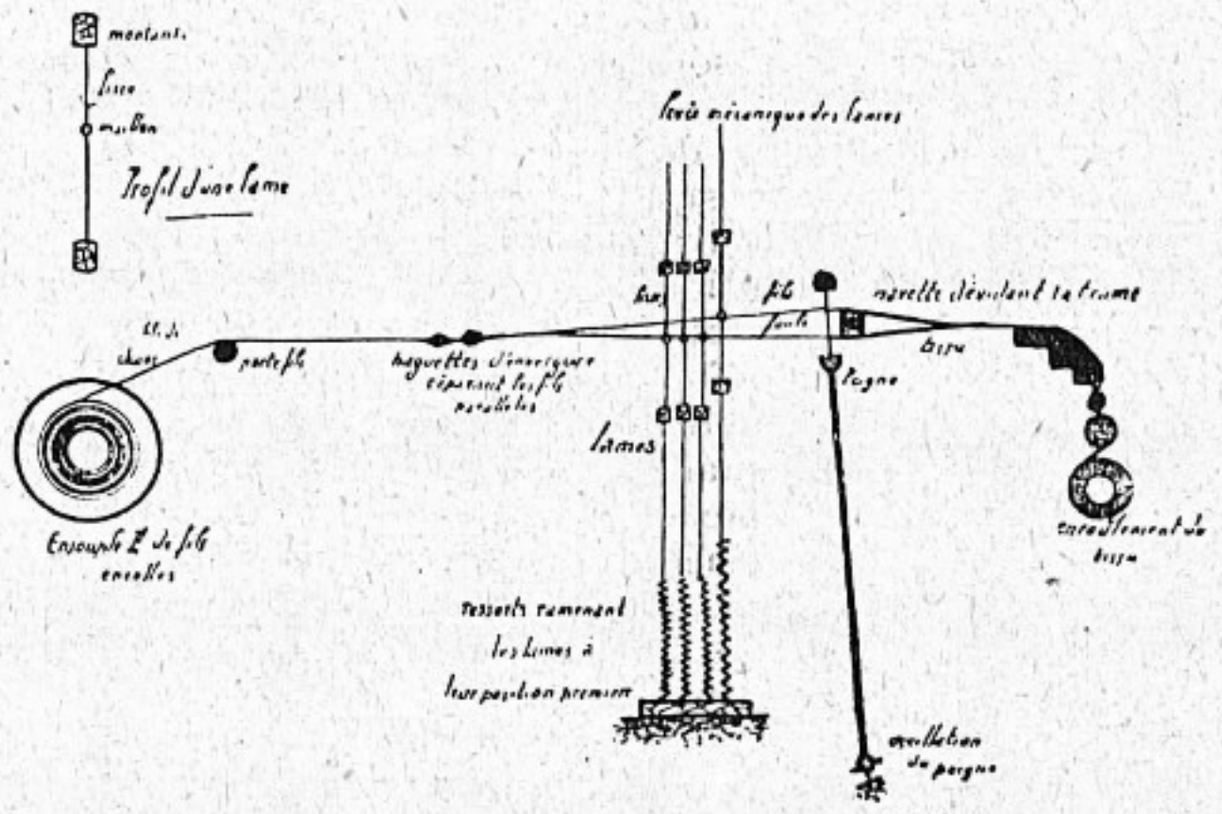


Fig. 289.

métier à tisser (fig. 289 et 290). Celui-ci est une machine destinée à entrecroiser les fils de l'ensouple, parallèles entre-eux et formant une nappe horizontale appelée « chaîne », avec d'autres traversant les premiers perpendiculairement à eux dans le même plan horizontal et appelés « fils de trame » ou « duites ». C'est cet entrecroisement plus ou moins varié qui constitue ce que l'on nomme « étoffe ». Pour cela, les fils de chaîne sont passés dans des « lisses » de « lames » (sorte de maillons dans

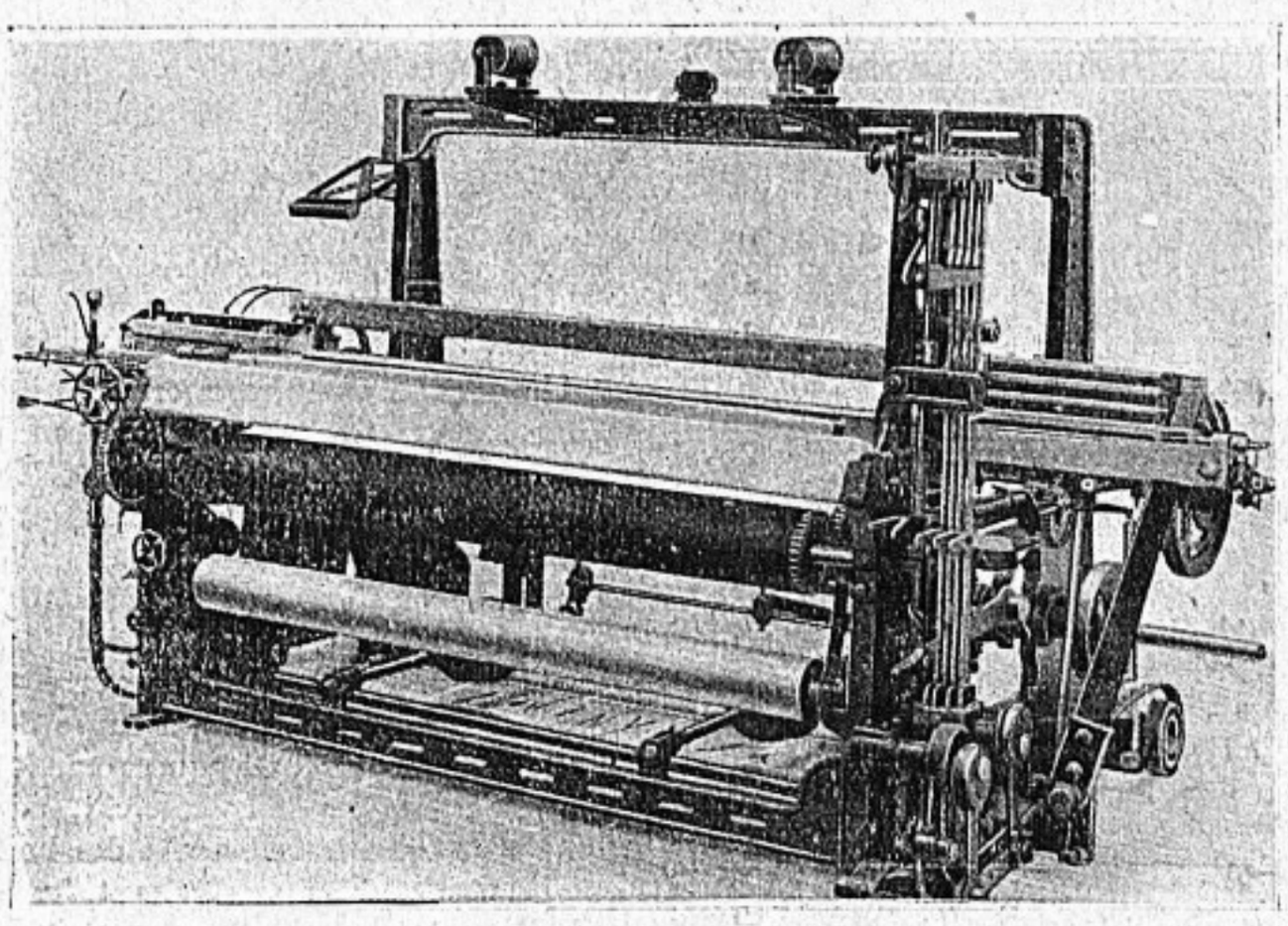


Fig. 290.

chacun desquels passe un fil) que l'on fait lever alternativement ou simultanément. Le mouvement de ces lames donc des fisses entraîne une levée et une baisse relative de certains fils ce qui laisse un espace libre ou « foule » dans lequel on introduit le fil de trame au moyen d'une navette que l'on chasse de part et d'autre de l'étoffe par des moyens mécaniques appropriés et fournissant le cas d'une étude spéciale. Les duites sont resserrées entre-elles pour assurer le « grain » du tissu grâce à un peigne de la largeur de l'étoffe et entre les dents duquel on passe les fils de chaîne. Ces dents doivent être fines, polies et surtout très propres sans aucune tache de rouille pouvant abîmer les fils donc déprécier le tissu. Les duites sont dévidées d'une « canette » (petit tube de carton bobiné de fil) placée elle-même dans une « navette » morceau de bois étroit et creux, pointu des deux extrémités et portant un œillet sur le côté par lequel sort le fil qui se dévide suivant la trajectoire de la navette. Pour le tissage de la soie artificielle on emploie des « navettes fourrées », c'est-à-dire garnies de peaux de lapin assurant une tension uniforme tout en évitant un déroulement trop rapide du fil.

L'introduction de la soie artificielle dans un tissu de coton ou de laine augmente considérablement la valeur commerciale de l'étoffe et cette augmentation de valeur est certainement bien plus grande que l'augmentation du prix de revient. La demande incessante de soie artificielle sur les marchés mondiaux montre à quel point sa fabrication s'est développée surtout maintenant que l'on sait filer les déchets de cette soie, ce qui, par le fait, en abaisse encore son prix. Et devant ces progrès rapides et considérables d'un produit artificiel nouveau, on est en droit de se demander comment se comporte le produit naturel qu'il peut concurrencer. Or, jusqu'ici, on a pu constater que l'emploi de la soie artificielle a grandi dans de larges mesures sans trop nuire à la soie naturelle. Cette particularité est un phénomène économique qui mérite bien d'être signalé ici : un spécialiste, M. Etienne Fougère estimait l'an dernier, que la soie artificielle ne constituait pas une concurrence fâcheuse pour les autres textiles, car ce produit industriel répond à des besoins normaux coïncidant du reste avec un accroissement de bien être dans tous les pays de grande civilisation.

Le lecteur a pu, je l'espère, d'après cette courte étude sur les textiles artificiels, entrevoir l'effort accompli dans la production des tissus de soie artificielle. C'est là une preuve après tant d'autres de la matière avec laquelle cette industrie des textiles artificiels sait s'adapter aux diverses évolutions de la technique moderne et du progrès. Il est vrai, qu'habituée aux caprices innombrables de la mode autrement changeante que les grandes découvertes scientifique, elle est à une parfaite école de souplesse !...

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

Les diéléctriques de condensateurs. — A la Royal Institution, en janvier 1928, Philipp R. Courtesy a consacré deux conférences aux substances que, dans les condensateurs, on utilise comme diélectriques.

Le terme de condensateur, employé pour la première fois par Volta en 1782, est né d'une idée inexacte quant à la condensation d'une charge électrique. Le condensateur de Volta revient à l'appareil désigné plus tard sous le nom d'électrophore. Par condensateur, on entend aujourd'hui un appareil destiné à emmagasiner une charge, en vertu des tensions qui s'établissent dans l'isolant entre les armatures, isolant que Faraday a dénommé diélectrique.

Faraday a remarqué combien la constante diélectrique, ou capacité inductive spécifique, est variable avec la substance intéressée. Par exemple, la constante diélectrique de l'air étant prise pour unité, celle du toluène est 2.36, celle de l'huile de castor 4,78, celle du chloroforme 5.2, celle de l'aniline 7.3, celle de la cire de paraffine 2.3, celle du mica 2.5 à 6, celle du papier 2, celle du papier huilé 4.

Un condensateur reste en sécurité au-dessous d'une certaine tension limite, plus basse en régime alternatif qu'en régime continu. Cette limite détermine la force diélectrique, qui dépend principalement de l'épaisseur du diélectrique, de la tension, de la fréquence, de la durée d'application, et s'exprime en kilovolts par centimètre.

Les diélectriques solides et liquides subissent une fatigue par le fonctionnement. Le verre est surtout fragile près des bords des armatures, à cause des élévations de tension et de température provoquées par les courants de fuite. On peut, comme l'a fait Moscicki, parer à cet inconvénient en épaississant le verre près des bords, mais on a de meilleurs résultats en subdivisant les gros condensateurs en petites unités. Dans les diélectriques liquides, les phénomènes de fatigue se compliquent de courants de convection, particulièrement en présence de traces d'eau. Les diélectriques gazeux, tels que l'air, ne subissent pas de fatigue.

On juge, en général, de la qualité d'un condensateur au moyen de sa résistance d'isolement, mesurée par le courant de fuite. En quatre jours, la résistance d'isolement du papier tombe au dixième de sa valeur, à cause de l'absorption d'humidité. La résistance d'isolement des diélectriques décroît avec la température, ainsi qu'on peut le constater en échauffant légèrement le papier huilé en-

(1) *Engineering*, 3 février 1928.

duit de cire. On constate qu'au cours du temps, le courant de fuite d'un condensateur s'affaiblit.

En régime de haute fréquence, l'angle du courant et du voltage qui, dans un diélectrique parfait, serait 90°, est en réalité toujours moindre. L'écart, l'angle de phase, dont le cosinus a reçu le nom de facteur de puissance, varie dans le larges limites avec la fréquence. Pour les hautes fréquences, le meilleur diélectrique est le mica, dont les pertes diélectriques sont relativement très faibles, pouvant atteindre l'efficacité 99,98 o/o. Pour les basses fréquences, ne dépassant pas quelques centaines de périodes par seconde, on préfère le papier. En dehors du mica et du papier, on n'utilise guère, comme diélectriques, que l'air, dans les condensateurs variables, et l'huile.

S. V.

Chimie physique

Le dénombrement des particules α. — Les divers éléments radioactifs se désintègrent avec émission de particules α ou de particules β. On sait que le produit résultant de l'émission d'une particule α est un nouvel élément à poids atomique plus petit de quatre unités et à numéro atomique plus petit de deux unités que l'élément dont il provient, c'est-à-dire que l'élément est remonté de deux rangs dans la suite périodique. Le produit résultant de l'émission d'une particule β conserve son poids, mais ajoute une unité à son numéro atomique.

M. l'abbé Maisin (*Revue des questions scientifiques*, 20 janvier 1928), a fait récemment une revue intéressante des méthodes mises en œuvre pour déterminer le nombre Z de particules α qu'émet, par seconde, un gramme de radium pur, en l'absence de ses produits de désintégration.

Sources de particules α. Comme sources de particules α, on peut prendre le radon, le radium C et le polonium. Le radon peut être enfermé dans deux petits tubes de verre n'ayant pas plus de 1/100e de mm. d'épaisseur. Le radium C a l'avantage d'être solide et de pouvoir être réparti en couches extrêmement minces. Le polonium, qui se présente à l'état solide et n'émet que des particules α, constitue un excellent instrument de travail.

Ayant déterminé le nombre de particules α émises par une quantité donnée de radon, de radium C ou de polonium, comment calculer le nombre émis par 1 gr. de radium ? Dans le cas du radon, par exemple, lorsque l'équilibre est atteint, il se forme autant d'atomes de radon qu'il s'en détruit. Or, la formation comme la destruction d'un atome de radon est accompagnée de l'émission d'une particule α. On voit donc qu'en équilibre, le radon émet autant de particules α que le radium dont il dérive, pourvu que le radon soit le seul produit immédiat du radium, ce qui est bien établi. D'une façon générale, dans l'équilibre radioactif, les nombres de particules α émises par les divers éléments de désintégration sont les mêmes. Or, la condition d'équilibre radioactif :

$$\lambda_1 A_1 = \lambda_2 A_2 = \lambda_3 A_3 = \dots$$

où λ_1, λ_2, λ_3... sont les constantes de désintégration et A_1, A_2, A_3... les nombres des atomes présents de chaque élément lors de l'équilibre, permet de calculer le nombre d'atomes émis par 1 g. d'un de ces éléments de désintégration, à condition de connaître les constantes radioactives. On opère souvent sur le radium C, d'un emploi très commode.

Méthodes. — Parmi les nombreuses méthodes décrites depuis une vingtaine d'années, on peut distinguer : celle qui utilise la charge électrique des particules α (méthode indirecte) ; celles qui tirent parti de leur énergie cinétique relativement considérable (méthodes directes).

Connaissant la charge d'un particule α et déterminant la quantité totale d'électricité que portent les particules α émises, on peut déduire leur nombre. La méthode, qui a l'inconvénient d'être indirecte, n'a guère été utilisée que pour trouver l'ordre de grandeur de Z.

Les particules α douées d'énergie cinétique produisent des perturbations dans les milieux qu'elles traversent. Elles ionisent les gaz et sont arrêtées par les solides en produisant des effets susceptibles de révéler leur présence.

Chaque particule α peut ioniser par choc un nombre très grand de molécules (200.000 environ). On peut, d'ailleurs, amplifier cette ionisation primaire par la production d'ions secondaires beaucoup plus nombreux.

Hoffmann a construit un électromètre sensible à la quantité d'électricité libérée par l'ionisation que produit un particule α. Mais l'appareil est très délicat et la plupart des auteurs ont préféré amplifier l'ionisation avant de la déceler. Pour cela, on a surtout utilisé les merveilleux relais amplificateurs que sont les lampes à trois électrodes.

Grünacher relie l'électrode centrale d'une chambre d'ionisation à la grille d'une lampe, l'autre électrode de la chambre étant portée à un potentiel de quelques centaine de volts. Chaque fois qu'une particule α pénètre dans la chambre, l'électrode centrale et la grille se chargent, ce qui provoque une variation dans le courant filament-plaque de la lampe. Un téléphone, intercalé dans le circuit, fait entendre chaque fois un léger crépitement. En amplifiant le courant par 2 ou 3 lampes successives, on peut faire entendre l'émission de particules α en haut-parleur.

Les méthodes basées sur l'ionisation secondaire utilisent ce fait que, dans un champ suffisamment intense, les ions acquièrent une énergie suffisante pour ioniser par choc d'autres molécules ; les ions ainsi produits sont accélérés à leur tour pour en produire d'autres ; l'ionisation devient très intense et peut permettre le passage d'une étincelle. Chaque particule α détermine ainsi la production d'un courant facile à déceler. La méthode a été appliquée tout d'abord par Rutherford et Geiger (1908), par Hess et Lawson (1918).

Une autre méthode de parcours libre, proposée par Geiger, utilise la décharge d'une pointe électrisée sous l'influence des ions produits dans le voisinage par une particule α (méthode du compteur à poids).

Parmi les méthodes utilisant l'énergie libérée par les particules α lors de leur arrêt contre un obstacle solide, il faut citer : 1° la méthode des scintillations, élaborée par Geiger et Werner, qui consiste à compter les scintillations que détermine l'arrivée de chaque particule α contre un écran recouvert d'un enduit phosphorescent de sulfure de zinc ; 2° la méthode photographique utilisant la propriété que possède une particule α de donner une minuscule image latente sur une plaque photographique, en sorte que, après développement, on peut dénombrer ces points noirs, pourvu qu'ils ne soient pas trop nombreux.

Résultats. — Les résultats obtenus par divers auteurs, à l'aide de méthodes très différentes, varient entre $3{,}4 \times 10^{10}$ et $3{,}7 \times 10^{10}$. Malgré des écarts sensibles, fait remarquer M. l'abbé Maisin, les résultats trouvés par des méthodes totalement différentes sont en concordance très raisonnable, vu la délicatesse de pareilles mesures.

En tous cas, on ne sera pas loin de la réalité en adoptant comme valeur de Z le chiffre $3,5\times10^{10}$.

C'est à la même conclusion qu'arrive M. Jedrzejowski, à la suite d'une étude critique des méthodes de mesure et de recherches expérimentales sur la détermination du nombre Z, dans un travail récemment présenté comme thèse de doctorat à la Faculté des Sciences de Paris.

« On peut dire, conclut-il, que, de l'ensemble des travaux les plus récents sur la charge des rayons α émis par le radium, sur la numération directe de ces rayons par la méthode électrique et sur les prévisions théoriques relatives à la chaleur dégagée par le radium, il semble résulter que la valeur du nombre des rayons α émis par 1 gr. de radium par seconde est : $3,50\times10^{10}$, à la précision de 1 o/o près. »

A. Bc.

Propriétés chimiques et caractères cristallins. — Dans une conférence à l'Institut of Metals, le 8 mai 1928, le Prof. C. H. Desch (1) a attiré l'attention sur les relations qui existent entre les propriétés chimiques des corps et leurs caractères cristallins.

Il rappelle que toutes les préocupations de la physique et de la chimie convergent actuellement vers la structure atomique de la matière. L'atome est considéré comme un noyau positivement chargé, entouré d'électrons planétaires. Les électrons planétaires, en nombre égal au numéro atomique de l'élément, se distribuent sur des orbites, et les plus externes d'entre eux conditionnent les propriétés chimiques.

Ce sont les gaz inertes, néon, argon, etc. qui possèdent l'arrangement électronique le plus stable. Les éléments électropositifs ou métalliques sont ceux qui peuvent parvenir à cet arrangement par l'abandon d'un ou de plusieurs électrons. Les éléments électronégatifs ou non-métalliques sont, au contraire, ceux qui atteignent plus facilement la configuration des gaz inertes par l'annexion d'électrons étrangers. Le nombre des électrons que les atomes perdent ou gagnent, dans ces conditions, fixe précisément leur valence.

Un premier mode d'association des atomes consiste en un transfert mutuel d'électrons, ce qui a lieu dans la formation des électrolytes. Par exemple, l'atome de sodium possède un électron de plus que le néon, son prédécesseur immédiat dans la classification périodique des éléments. Au contraire, il manque un électron à l'atome de chlore pour que sa configuration électronique devienne celle de l'argon, son successeur immédiat dans le même tableau. Alors, pour la combinaison qui aboutit à la molécule de chlorure de sodium, le sodium fournit au chlore l'électron qui lui manque, les atomes constituants prenant l'un et l'autre la structure électronique externe d'un gaz inerte.

Il arrive aussi que deux atomes se réunissent en prenant en commun un couple d'électrons. En d'autres termes, les électrons partagés adoptent de nouvelles orbites, comprenant l'un et l'autre noyaux. Les composés organiques, et aussi beaucoup de composés inorganiques, tels que l'acide carbonique solide ou l'oxyde de glucinium se constituent de cette manière. Le cas où l'un des atomes fournit, à lui seul les deux électrons de la liaison est, selon Sidgwick, le cas des composés dits de coordination, dont les plus familiers sont les cobaltammines.

Dans les réseaux cristallins, les atomes sont rassemblés par des forces mutuelles d'attraction et de répulsion, origine de propriétés de cohésion et de résistance mécanique. Dans le sel gèmme, chaque atome de sodium a perdu un électron, et chaque atome de chlore en a récupéré un. Le cristal n'est pas constitué d'atomes en état normal, mais d'ions, qui forment deux réseaux interpénétants cubiques à faces centrées.

Sur un cristal métallique pur, un réactif, tel qu'un acide, au lieu de réaliser un polissage, produit, au contraire, des aspérités. Les figures de corrosion ne sont pas sans relation avec la structure intime du métal, dans un réseau spatial, il y a évidemment, des directions d'attaque privilégiées. Cependant les phénomènes sont plus complexes encore et la nature, la concentration du réactif ou encore la température ne sont pas sans intervenir. Hauser et Scholtz, des laboratoires Siemens, à Berlin, l'ont montré sur des cristaux obtenus par refroidissement lent de cuivre fondu. Lorsqu'on lave avec de l'acide nitrique contenant un peu d'argent dissous, le contour des faces cubiques se trace fortement. En lavant l'argent déposé par immersions alternées dans l'ammoniaque et l'eau oxygénée, les faces du dodécaèdre s'affirment. En variant les conditions de gravure, on développe à volonté des combinaisons du cube, de l'octaèdre et du dodécaèdre, et encore, en outre, des indications d'autres faces.

Dans les solutions solides et dans les composés intermétalliques, les atomes étrangers peuvent s'être substitués un à un aux atomes du métal original, en ne modifiant leur réseau que très peu. Cela a lieu avec deux espèces d'atomes de caractère chimique et de volume voisins, tels que le couple or-argent, qui fournit une série continue de solutions solides.

Dans une solution solide, il peut y avoir aussi encastrement d'atomes relativement petits dans les interstices du réseau primitif, sans altération sensible des dimensions. C'est le cas de l'austénite des aciers, où les atomes de carbone s'incorporent dans le réseau du fer gamma, sans provoquer beaucoup d'expansion et sans détruire la symétrie. Les propriétés de la solution solide s'écartent d'autant moins de celles d'un métal simple que les métaux constituants sont plus voisins. Lorsque les constituants se différencient, on est conduit à des composés à caractères mixtes. Aussi les sulfures métalliques, avec des réseaux ioniques, conservent certains caractères de l'état métallique, comme la conductivité électrique.

On a de nombreuses preuves de l'existence de composés entre métaux. Dans l'union du sodium et du mercure, pour former Hg_2Na, amalgame dont le point de fusion est 262° au-dessus de celui du sodium, il y a peu de doute de la réalité d'une combinaison chimique. Entre les composés vrais et les solutions solides, il y aurait vraisemblablement des échelons de continuité.

D'une façon générale, les propriétés chimiques d'un composé ou d'une solution solide dépendraient, dans une large mesure, des distances mutuelles des atomes. Les relations géométriques, imposées aux atomes, par la proximité de leurs voisins, entraînent, en effet, la déformation de leurs orbites électroniques, d'où l'altération des caractères chimiques, fonctions des électrons extérieurs de valence.

S. V.

(1) *Engineering*, 18 mai 1928.

Chimie

Hydrogénations catalytiques en milieu liquide par le platine et le palladium. — On sait comment, à la suite de travaux des MM. Sabatier et Senderens, l'hydrogénation catalytique par les métaux réduits est entrée dans la pratique courante du laboratoire, où elle a per-

mis de préparer des substances aussi nombreuses que variées.

La technique employée par ces savants a donné naissance, par des modifications plus ou moins profondes, à plusieurs autres techniques, parmi lesquelles l'une des plus fécondes est celle où l'on emploie le platine ou le palladium à froid et en milieu liquide.

Les premières hydrogénations systématiques par ce procédé ont été effectuées, en 1906, par le chimiste russe Fokin. Au moyen d'hydrogène naissant, préparé par le zinc et l'acide sulfurique, ou simplement par un courant d'hydrogène dans le liquide à réduire, en présence de métaux pulvérulents (platine, palladium, nickel), cet auteur réussit à hydrogéner, non seulement les corps gras, mais les acides crotonique, angélique, fumarique, cinnamique, l'alcool éthylique. Depuis, de très nombreux savants ont appliqué la même méthode à l'hydrogénation d'un nombre très varié de substances.

M. Vavon (*Bulletin de la Société chimique de France*, octobre 1927), nous en donne un exposé fort complet.

1° Les catalyseurs les plus employés sont le noir de platine, le noir de palladium, le palladium colloïdal et le platine colloïdal.

Il serait illusoire de comparer ces différents catalyseurs entre eux, au point de vue de leur activité, en comparant les mesures faites par divers auteurs; les facteurs si nombreux dont dépend la catalyse (température, pression, vitesse d'agitation, capacité et forme du récipient, poids de substance, nature et volume du solvant et surtout pureté de la substance et du solvant), ne sont jamais comparables d'une expérience à l'autre.

Tout au plus peut-on dire que les métaux colloïdaux sont, à poids égal, plus actifs que les métaux sous forme de noir, à l'exception peut-être du noir provenant de l'oxyde de platine. Ils sont plus actifs en ce sens qu'ils donnent des vitesses plus grandes, mais il ne semble pas qu'ils puissent effectuer des réductions plus difficiles, là où le noir de platine se montre impuissant.

table : comme il se décante facilement en laissant un liquide clair, on peut, en cours d'hydrogénation, faire des prises d'essai et en déterminer les constantes physiques. C'est ainsi qu'on peut mesurer le pouvoir rotatoire sans filtrer la prise d'essai; il suffit de l'abandonner pendant plusieurs heures, dans un flacon, avant de remplir le tube polarimétrique. On a donc là une technique commode pour suivre la réaction à chaque instant.

2° Les substances les plus variées ont pu ainsi être hydrogénées : corps éthyléniques, acétyléniques, aromatiques, dérivés halogénés, aldéhydes, cétones, nitrites, dérivés nitrés et nitrosés, oximes, azines, phénylhydrazones, semicarbazones, azoïques, corps hétérocycliques.

Les corps aromatiques s'hydrogènent plus difficilement que les corps éthyléniques, aliphatiques ou cycliques. Aussi, dans les substances aromatiques hydrogène-t-on fréquemment les chaînons latéraux sans toucher au noyau (aldéhydes aromatiques, allylpropénylphénols, acides cinnamiques, etc.).

La méthode permet de travailler sur des substances trop fragiles pour être amenées à l'état de vapeur; elle met à l'abri des isomérisations dues à l'élévation de température, à l'action du milieu alcalin ou acide, que l'on rencontre parfois avec les autres procédés d'hydrogénation.

Mais cette méthode porte en elle la rançon d'une telle souplesse : des variations imprévues dans l'activité du catalyseur, des traces d'impuretés insoupçonnées dans les substances mises en œuvre, peuvent empêcher ou modifier la catalyse, et les résultats obtenus sur un même corps varient parfois d'une expérience à l'autre.

Un phénomène curieux est la fatigue que subit toujours le catalyseur au cours d'une hydrogénation lorsque celle-ci dure assez longtemps. Cette fatigue a des causes multiples : empoisonnement par des traces de substances contenues dans le solvant, ou amenées peu à peu par l'hydrogène, ou formées pendant la réaction; perte progressive de l'oxygène adsorbé par le catalyseur; variation de la surface du catalyseur, etc.

3° L'influence de la température sur la vitesse d'hydrogénation paraît souvent assez faible. Un accroissement de pression accélère cette vitesse.

L'oxygène semble jouer, dans ces phénomènes, un rôle très important. Le noir de platine fatigué au cours d'une expérience et devenu incapable de poursuivre l'hydrogénation, alors qu'une partie de la substance mise en œuvre reste inaltérée, peut être régénéré et mis en état de continuer l'hydrogénation par simple exposition à l'air après lavage à l'éther.

Le palladium colloïdal et le nickel en milieu liquide n'hydrogènent également que s'ils contiennent de l'oxygène. On a interprété le rôle de l'oxygène par l'existence d'un peroxyde de platine (ou d'un hydrate, ou d'un acétate), qui fixe 2 H et les cède ensuite au corps à hydrogéner. Les métaux dépourvus d'oxygène seraient complètement incapables de catalyser les hydrogénations.

4° Les solvants les plus employés sont l'alcool, l'éther, l'acide acétique, l'acétate d'éthyle, parfois l'eau et, dans quelques cas, le pétrole, l'acétone ordinaire.

De ces solvants, c'est l'acide acétique qui est le meilleur, du moins quand on emploie comme catalyseur le noir de platine. Il est le meilleur en ce sens qu'il donne des réactions plus rapides, mais aussi parce qu'il permet certaines hydrogénations qui n'ont pas lieu dans les autres solvants. Ainsi l'hydrogénation de certaines cétones éthyléniques s'arrête à la cétone saturée dans l'alcool éthylique et se poursuit jusqu'à l'alcool saturé dans l'acide acétique.

Les catalyseurs métalliques sont très sensibles à bon nombre de substances qui, à l'état de traces, en paralysent les propriétés catalytiques. Brudig et Ikeda, dans une étude de poisons sur la décomposition de l'eau oxygénée par le platine colloïdal ont mis en relief l'extrême sensibilité de ce catalyseur vis-à-vis de certaines substances qui agissent déjà à des concentrations inférieures au millionième. Ainsi l'activité du platine est diminuée de moitié par l'acide cyanhydrique, le chlorure de cyanogène, l'iode, le sublimé, aux concentrations respectives de 1 mmgr. dans 21, 13, 7, 2,5 litres. L'hydrogène sulfuré, l'hypophosphite de soude, l'oxyde de carbone, le phosphore, l'hydrogène arsénié, le cyanure mercurique, le sulfure de carbone, sont également des poisons très énergiques.

A. Bc.

Biologie

La conservation des denrées alimentaires. — Dans une conférence, le 4 novembre 1927, devant l'Institution of Electrical Engineers, Sir William Hardy a abordé quelques-uns de problèmes de la conservation des denrées.

Après avoir dit quelques mots des procédés techniques proprement dits, Hardy a surtout insisté sur le côté biologique de la question. Il fait observer, par exemple, que les fruits, structures vivantes, ne peuvent subsister qu'en étant maintenus vivants. Les fruits respirent, ils captent de l'oxygène, ils dégagent de l'acide carbonique, de la vapeur d'eau et certains produits volatils. Aussi leur pré-

servation impose-t-elle de contrôler à la fois la température, l'humidité et la composition de l'air.

La matière vivante, dit Hardy, est un système en échange continuel. Dans chaque organisme, l'échange suit un cours régulier,qu'il tend à reprendre après toute perturbation provenant, soit d'une blessure mécanique, soit d'une invasion de bactéries. La tendance ne disparaît même pas immédiatement dans la matière organique morte. Dans un milieu convenable, un muscle de grenouille de meure de longs jours sans nourriture; il ne succombe définitivement que lorsqu'il lui est devenu impossible de reprendre la voie normale et de résister à l'attaque bactérienne. A la mort, les catalyseurs régissant le mécanisme vital cessent d'être contraints à certains modes d'activité, restreints et coordonnés.

Une pomme a une survie, dont la durée normale et le cours sont fonctions de nombreux facteurs. Il en est de même d'un muscle fraîchement excisé. On ralentit la maturation d'une pomme par le froid. Ou encore, la pomme étant une machine à combustion interne, on parvient au même résultat en modifiant l'atmosphère ambiante, soit par un enrichissement en acide carbonique, soit par un appauvrissement en oxygène. D'ailleurs, dans le fruit ou dans la viande, on ne réussit que rarement à reconstituer le cours normal des processus. Tout l'art de la conserve se réduit à la préparation d'un produit final acceptable.

La congélation diffère indéfiniment l'attaque bactérienne. Elle sépare la glace à l'état de phase solide, et disloque la structure. Elle s'applique avec succès à la viande de mouton, à certains poissons et au beurre, mais n'est que partiellement satisfaisante pour la viande de bœuf.

Sir William Hardy expose ses propres recherches sur l'aspect biologique de la réfrigération. Les fibres musculaires du bétail, de 20 cm. de longueur et de 0,1 mm. de diamètre, contiennent un colloïde complexe, composé de protéine, de divers sels, et de 80 o/o d'eau. Les courbes de rupture de ces fibres sont différentes, selon que l'animal a subi ou non une congélation préalable. Pendant la congélation, il se sépare de la glace, contenant partie du colloïde. Pendant le dégel, la réabsorption de l'eau par les tissus, n'est pas intégrale, et il suffit de sectionner ensuite pour que la partie non absorbée s'écoule sous la forme d'un fluide rouge. Ce caractère, particulier au bœuf traité dans l'air froid, ne se manifeste pas pour le bœuf traité rapidement à l'air liquide, ou même dans une saumure à —20°. Il n'y aurait réversibilité de la congélation et du dégel, qu'autant que les variations de température seraient suffisamment brusques.

D'autres recherches ont eu lieu sur le jaune d'œuf qui, congelé à —11°, se prend en masse. La transformation, où la déshydration joue un rôle important, ne reste reversible, qu'autant que la température ne descend pas au-dessous de —6°. Le jaune d'œuf, qui se congèle à —0°65, entre aisément en surfusion.

Les muscles se laissent aussi surfondre avec facilité. Ils restent réversibles quand leur température ne devient pas inférieure à —2°, et leur réversibilité exige, en outre, que leur degré d'hydratation ne tombe pas au-dessous de 77,5 o/o de la normale. Hardy fait observer que, dans la congélation des muscles, ce serait en réalité la déshydratation qui amènerait la mort. S. V.

(1) *Engineering*, 2 décembre 1927.

Médecine

La préparation du malade à l'opération. — M. Pierre Delbet a mis en évidence, il y a treize ans, une propriété particulière du chlorure de magnésium employé en solution aqueuse à 12 gr. 10 $MgCl^2$ pour 1.000 : celle d'activer les leucocytes. Il a appelé cette propriété action cytophylactique. Depuis qu'il applique couramment la solution magnésienne en chirurgie, il a été amené à constater qu'elle agit également, d'une manière très favorable, sur l'état des malades, même des infectés, quand on la leur administre par voie digestive ou par voie sous-cutanée. A la dose de 100 grammes par jour, soit 1 gr. 20 de $MgCl^2$, elle n'agit pas comme purgatif, mais elle régularise les selles chez les diarrhéiques et les provoque chez les constipés chroniques. Chez les malades qui absorbent du chlorure de magnésium d'une façon continue, la fétidité des selles disparaît très vite sans doute par suite de la chasse biliaire que détermine la médication; on observe, en outre, au bout de trois à cinq jours, une action manifeste sur le système nerveux. Les malades sont plus énergiques, moins irritables et accusent une très nette sensation d'euphorie. D'expériences sur l'animal il résulte que le magnésium réduit l'action cardio-inhibitrice du pneumogastrique, de sorte que l'administration de la solution magnésienne permet d'éviter ou de diminuer les accidents de la chloroformisation. Pour toutes ces raisons, M. Pierre Delbet fait prendre du chlorure de magnésium à tous ses futurs opérés pendant la période où ils subissent la vaccination préopératoire et il n'a qu'à se louer d'avoir adopté une telle pratique. Il met d'ailleurs à profit l'heureuse influence de la solution magnésienne dès le lendemain de l'intervention, car elle facilite l'expulsion des gaz et de la première selle qui marque généralement la fin de la perturbation opératoire (*Bull. Académie de Médecine*, 5 juin 1928).

D'autre part, il y a un autre point de la préparation à l'opération que M. Pierre Delbet considère, avec juste raison, comme très important. C'est l'alimentation du malade. Il n'y a pas bien longtemps la purgation et le jeûne préopératoire étaient considérés comme indispensables à la réussite de toute intervention sur le tube digestif. Les chirurgiens croyaient bien faire, mais les physiologistes et surtout les chimistes et les bactériologistes qui étudiaient la flore intestinale n'étaient pas de leur avis. Pour ceux-ci, et ce fut toujours mon avis, il était évident qu'il était beaucoup plus rationnel de désintoxiquer le malade et de renforcer sa résistance hépatique en lui donnant pendant la période pré-opératoire, une alimentation pauvre en protéiques et riche en substances hydrocarbonées. M. Delbet a toujours fait manger ses malades la veille de l'intervention en leur recommandant surtout le sucre, toutefois il les laissait à jeun le matin de l'opération lorsqu'il devait employer l'anesthésie générale. Depuis un certain temps il a reconnu qu'il y avait de grands avantages à supprimer ce jeûne et à faire prendre au malade, trois heures avant l'opération, un verre de lait additionné de 20 grammes de sirop de sucre et de 1 gr. 20 de chlorure de magnésium anhydre. Il a opéré plus de cinq cents malades ainsi préparés et il a constaté que tous s'en sont bien trouvés, surtout ceux qui ont subi des opérations portant sur l'estomac et l'intestin. Le chloroforme est très bien supporté et l'état général de l'opéré est bien meilleur; il n'y a plus cette période de prostration, de dépression que l'on attribue au choc.

L'administration du chlorure de magnésium par voie digestive et l'alimentation pré-opératoire suppriment sou-

vent, réduisent toujours la mortalité et rendent plus aisément supportables les suites de l'opération. Comme le dit fort bien M. P. Delbet « ils contribuent à réaliser un des rêves du chirurgien qui est que les opérés ne soient pas des malades ».

A. Berthelot.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 27 août 1928.

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *L. Goldstein* (transm. par M. de Broglie). — **Sur l'équation de probabilité de la mécanique ondulatoire.**

ASTRONOMIE. — *G. Bigourdan.* — **Les coordonnées de l'Observatoire de la rue Sainte-Avoye.**

Dans cette Note, l'auteur rappelle une série d'observations indiquées dans le registre I de Delambre.

SISMOLOGIE. — *J. Lacoste* (prés. par M. Bigourdan). — **Sur la variation diurne de l'agitation microséismique.**

L'hypothèse d'après laquelle le mouvement microséismique normal suivrait la variabilité de la pression, de la vitesse du vent et de la température dans la variation diurne se vérifie bien, si l'on admet que cette variabilité, difficile à déterminer, suit la marche de la dérivée, prise en valeur absolue, de l'élément par rapport au temps. Quant au mouvement microséismique anormal, l'auteur a signalé (*Congrès des Sociétés Savantes*, 1927), le rôle des noyaux de variations de pression rapides au-dessus des fonds marins voisins des côtes françaises.

MÉTÉOROLOGIE. — *N.-D. Costeanu* et *Al. Cocosinchi* (prés. par M. C. Matignon). — **Sur la pluie de cendre du 26 avril 1928 à Cernanti et dans les environs.**

Une pluie mêlée de cendre grise est tombée à Cernanti le 26 avril 1928, pendant plusieurs heures. A un certain moment la pluie cessa, mais la cendre continua de tomber. Chauffée à 110°, cette poudre répandit une odeur goudronneuse et devint rouge brique. L'analyse a donné la composition suivante, pour 100 parties :

Perte par calcination	9.12
Silice	68.32
Oxyde ferrique	6.56
Alumine	9.11
Chaux et magnésie	4.32
Soude et potasse	1.78

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Mondain-Monval* (transm. par M. H. Le Chatelier). — **Sur les propriétés physiques des mélanges ternaires hétérogènes.**

Dans ses Notes relatives au système ternaire hétérogène alcool éthylique-alcool isoamylique-eau, M. Brun, au sujet des propriétés physiques de ces mélanges, a signalé dans la zone homogène certaines anomalies au voisinage du point critique. M. Mondain-Monval a repris cette étude. Traduisant graphiquement les résultats obtenus, en portant en abscisses les concentrations et en ordonnées les indices de réfraction, il a eu une courbe sensiblement arquée et ne présentant ni discontinuité ni distorsion au voisinage du point critique. La coupe de la nappe des indices de réfraction, au voisinage du point critique, ne révèle en aucune façon les perturbations signalées par M. Brun.

L. Franchet.

ZOOLOGIE. — *L. Joubin.* — **Sur divers Céphalopodes Octopodes des croisières du *Dana* dans l'Atlantique.**

Tous ces animaux planctoniques ont été capturés entre 2.000 et 5.000 m. Ils sont entièrement noirs et présentent une paire symétrique de tentacules insérés chacun dans une poche à ouverture dorsale. Il existe chez tous ces animaux des organes photogènes, simples ou composés, ces derniers formés d'un grand nombre d'organes simples juxtaposés. Ils occupent diverses places, et un même animal peut avoir plusieurs sortes d'organes lumineux. Ces Céphalopodes, comme les Cirroteuthides, ont une paire de grandes nageoires dorsales. Chez un de ces animaux, d'un genre nouveau, qu'il désigne sous le nom de *Danatenthis*, l'auteur a trouvé une seconde paire de nageoires dorsales. Il estime que la présence ou l'absence de la radula est un fait d'importance secondaire insuffisant pour séparer ces animaux des Octopodes.

P. Guérin.

Séance du 3 septembre 1928.

CHRONOMÉTRIE. — *G. Bigourdan.* — **Sur l'unification des signaux horaires radiotélégraphiques.**

Deux schémas, représentant l'un celui des signaux rythmés actuels, l'autre celui qui est préconisé par l'auteur. Ce nouveau système offre les modifications suivantes : la *première minute* est toujours connue par les signaux préliminaires; la *deuxième minute* est précédée de deux points indicatifs annoncés par un trait; la *troisième minute* est précédée de trois points indicatifs annoncés, également par un trait, etc.

Le nouveau schéma aurait l'avantage d'être plus économique et de permettre la multiplication des signaux dont on reconnaît généralement les avantages.

PHYSIQUE. — *N. Jarotzky* (prés. par M. Roux). — **Procédé d'obtention du maximum de rayons ultraviolets à ondes courtes.**

L'auteur a construit un arc voltaïque qui brûle sous 80 atmosphères, grâce à quoi la température monte de 4.000 à 6.000°. L'appareil est calculé de façon qu'il puisse fonctionner sous 500 atmosphères. Les expériences faites avec cet appareil ont montré que l'obtention même d'une température presque solaire, qui s'accompagne de l'augmentation de l'intensité de la radiation, ne change pas la distribution de l'énergie des différentes parties du spectre.

M. Jarotzky a également construit une nouvelle lampe de quartz à vapeurs de mercure qui donne un champ d'action beaucoup plus considérable. Dans cette lampe on emploie des courants de haute tension de 80.000 volts. En modifiant la résistance on peut obtenir un spectre de mercure donnant des radiations de 253 μμ alors qu'auparavant on n'obtenait pas d'ondes inférieures à 579 μμ. La découverte de ces rayons ultraviolets à ondes courtes est particulièrement intéressante au point de vue des applications médicales.

L. Franchet.

Séance du 10 septembre 1928.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *M. Biernacki.* — **Sur les fonctions entières à série lacunaire.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *C. Lurquin* (transm. par M. Emile Borel). — **Sur des algorithmes caractéristiques de probabilité.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Farid Boulad Bey* (transm. par M. d'Ocagne). — **Sur la détermination géométrique des lignes d'influence des efforts dans les poutres continues de forme quelconque.**

ÉLECTROPHYSIOLOGIE. — *Ph. Fabre* (transm. par M. d'Arsonval). — **Théorie cinétique de l'excitation neuro-musculaire par ondes brèves.**

ASTRONOMIE. — *G. Bigourdan.* — **L'Observatoire de Delambre à Bruyères (Seine-et-Oise).**

Dans cette Note, l'auteur poursuit l'étude, qu'il a entreprise, des registres de Delambre. Celui-ci, en effet, a donné quelques détails sur les travaux qu'il a effectués dans un petit Observatoire installé par lui, à Bruyères.

L. FRANCHET.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. G. Claude représentera l'Académie à la *Second International Conférence on Bituminous Coal* qui sera tenue à Pittsburg sous les auspises du Carnegie Institute of Technology du 24 novembre 1928.

Le Centenaire du Museum de Rouen. — Le Professeur Mangin, Directeur du Museum National d'Histoire Naturelle a présidé la cérémonie du centenaire du Museum de Rouen, célébré le 30 septembre en présence des conservateurs de collections publiques de France qui tiennent leur Congrès à Rouen.

Vie scientifique universitaire

Universités. — Le Ministre de l'Instruction publique est autorisé à accepter, au nom de l'Etat, le legs universel que M. de Langenhagen lui a fait, en nue propriété, avec l'adjonction de l'usufruit au décès de Mme Langenhagen et, si elle lui survit, de Mme Charles Diehl, sœur du *de cujus*. Ledit legs servira à la création de deux bourses de 5.000 fr. chacune, portant le nom de « bourses Jean de Langenhagen », à attribuer annuellement à des étudiants en médecine sans fortune, et cette charge étant satisfaite, à des dotations annuelles à des laboratoires, instituts, etc., afin de favoriser les recherches scientifiques.

— *Agrégations.* — Les conditions préalables prévues par l'arrêté du 18 juin 1904, pour se présenter à l'Agrégation des sciences physiques (hommes), et à celle des sciences naturelles, sont remplacées par les dispositions suivantes :

Agrégation des sciences physiques.

1° Trois certificats de licence : physique générale, chimie générale, calcul différentiel et intégral ou mécanique rationnelle;

2° Diplôme d'études supérieures de sciences physiques.

Agrégation des sciences naturelles.

1° Trois certificats de licence : zoologie ou physiologie générale, botanique, géologie;

2° Certificat de physique générale ou de chimie générale;

3° Diplôme d'études supérieures des sciences naturelles.

Ces dispositions seront applicables à partir des concours de 1931. A titre transitoire, le certificat de mathématiques générales, obtenu avant le 1er octobre 1930, sera considéré, pour les candidats à l'agrégation des sciences physiques, comme l'équivalent de l'un des certificats de calcul différentiel et intégral ou de mécanique rationnelle. Dans les mêmes conditions, le certificat constatant que le candidat a subi avec succès, avant le 1er octobre 1930 les épreuves de physique et de chimie comprises dans le programme du certificat d'études physiques, chimiques et naturelles, sera considéré comme l'équivalent de l'un des deux certificats de physique générale ou de chimie générale. (*J. O.*, 22 sept. 1928).

Statistique

— *Ecole Normale Supérieure. — Année scolaire* 1926-1927. — Le nombre des élèves français présents à l'Ecole a été de 163 dont 68 appartenaient à la Section des Sciences (97 à la Section des Lettres).

Sur ces 165 élèves, il y avait 128 pensionnaires internes, 1 boursier interne, 30 boursiers externes et 6 externes sans bourse.

Il y eut 8 élèves étrangers dont : 3 Belges, 1 Luxembourgeois, 3 Roumains, un Yougoslave.

La promotion de 1926, a compris, dans la section des sciences, 21 élèves. Par suite des démissions de candidats reçus aussi à l'Ecole Polytechnique, il a fallu descendre jusqu'au 36e du classement définitif pour constituer la section normale. Des 21 de la première liste, 7 ne sont pas entrés. Dans l'ensemble, il y a eu 15 démissions de l'Ecole Normale pour l'Ecole Polytechnique et 15 démissions de l'Ecole Polytechnique pour l'Ecole Normale.

Les 21 élèves précités se sont répartis ainsi :

Mathématiques	12
Physique et chimie	6
Sciences naturelles	3

Sur les 8 élèves étrangers, la section des sciences comprenait 1 Belge et 2 Roumains.

Au concours de 1927, il y avait 20 élèves dans la section des sciences.

EXAMENS ET CONCOURS. — SECTION DES SCIENCES.

Certificats de licence.

Octobre 1926	Candidats	16
	Reçus	13
Mars et juin 1927	Candidats	74
	Reçus	57
Octobre 1927	Candidats	30
	Reçus	21

Diplôme d'études supérieures.

	Candidats	Reçus
Physique	6	6
Sciences naturelles	1	1
	7	7

Agrégations.

	Candidats	Reçus
Mathématiques	11	11
Physique	7	4
Sciences naturelles	1	1
	19	16

Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Clermont-Ferrand. — L'Ecole préparatoire est supprimée et remplacée par une Ecole de plein exercice de Médecine et de Pharmacie qui comprend vingt-trois chaires, savoir :

Une chaire d'anatomie.
Une chaire d'histologie.
Une chaire de physiologie.
Une chaire d'anatomie pathologique.
Une chaire de médecine légale.
Une chaire de pathologie interne et générale.
Une chaire de pathologie externe.
Une chaire de médecine opératoire.
Une chaire de bactériologie et hygiène.
Une chaire de chimie biologique.
Une chaire de chimie organique.
Une chaire de physique.

Une chaire d'histoire naturelle.
Une chaire de pharmacie galénique.
Une chaire de matière médicale.
Une chaire d'hydrologie.
Une chaire de thérapeutique.
Deux chaires de clinique médicale.
Une chaire de clinique chirurgicale.
Une chaire de clinique obstétricale.
Une chaire de chirurgie infantile.
Une chaire des maladies cutanées et syphilitiques.

L'Ecole comprend vingt emplois de Professeurs suppléants : Embryologie. Histologie. Physiologie. Anatomie descriptive et topographique. Anatomie pathologique. Pathologie interne et générale. Pathologie expérimentale. Bactériologie. Chimie minérale. Chimie biologique. Chimie analytique. Physique médicale et électricité. Physique pharmaceutique. Pharmacie chimique. Toxicologie. Histoire naturelle. Matière médicale. Pathologie et clinique médicale. Pathologie et clinique chirurgicale. Obstétrique.

Cinq emplois de chargés de cours de clinique annexes : Ophtalmologie. Oto-Rhino-laryngologie. Pédiâtrie. Neuro-psychiâtrie. Stomatologie.

Quatorze emplois de Chef de travaux pratiques :

Anatomie. Histologie. Physiologie. Anatomie pathologique. Médecine opératoire. Bactériologie. Chimie minérale et organique. Chimie biologique. Physique. Histoire naturelle. Matière médicale. Laboratoire des cliniques. Radiologie des cliniques. Thérapeutique.

L'Ecole comprend en outre six Préparateurs, six Chefs de clinique et un Prosecteur.

L. F.

Nécrologie

Pierre-Henri Puiseux. — M. Pierre-Henri Puiseux, Membre de l'Académie des Sciences, Astronome honoraire de l'Observatoire de Paris, Professeur honoraire à la Sorbonne, est mort le 28 septembre à Frontenay (Jura).

Fils du mathématicien Victor Puiseux, de l'Académie des Sciences, M. P.-H. Puiseux était né à Paris le 20 juillet 1855. Entré à l'Ecole Normale en 1875, il soutenait, le 18 juillet 1879, une thèse, pour le doctorat ès-science : « Sur l'accélération séculaire du mouvement de la Lune ».

Entré à l'Observatoire de Paris en 1880, il était devenu astronome titulaire en 1904. Il avait appartenu à la Sorbonne d'abord comme maître de conférence de Mécanique rationnelle, puis comme professeur titulaire chargé du cours d'astronomie physique.

M. Puiseux laisse comme œuvre fondamentale les études de sélénographie les plus importantes qui aient été publiées. L'atlas photographique de la Lune de Lœwy et Puiseux et les discussions qui l'accompagnent dues pour la plus grande part à M. Puiseux sont un monument inégalé.

Le 26 février 1912, il fut élu Membre de l'Académie des Sciences dans la Section d'Astronomie, en remplacement de Radau.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

La physique moderne et l'électron, par A. Boutaric, professeur à la Faculté des Sciences de Dijon. In-16 de 266 pages avec figures (*Nouvelle Collection Scientifique*). Félix Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 15 fr.

Un grand nombre de lecteurs de la *Revue Scientifique* ont certainement parcouru avec un vif intérêt la « Vie des atomes », l'intéressant ouvrage où M. Boutaric a si clairement résumé les connaissances qui, depuis une quarantaine d'années, sont venues bouleverser les idées que nous avions sur la constitution de la matière et ont servi de point de départ à de si prodigieuses découvertes. Dans ce livre, les notions relatives à l'électron ont certainement retenu leur attention d'une manière toute particulière et éveillé en eux le désir de les approfondir, afin de mieux comprendre les merveilleuses applications qui en ont été faites.

Cela leur sera maintenant facile puisque M. Boutaric vient justement de développer toutes ces notions dans le volume qui fait l'objet de la présente analyse.

Propriétés générales de l'électron ; sources d'électrons ; émission thermo-électronique ; émission photo-électronique ; émission d'électrons par les substances radio-actives et par les réactions chimiques ; l'électron et la théorie moléculaire ; la structure de l'atome ; l'électron et les théories de la lumière, du magnétisme, de la relativité ; l'électron et la physique cosmique ; la théorie électronique des métaux tels sont les principaux sujets abordés dans les deux cent premières pages. Tout le reste du volume est consacré aux applications de l'électron : rayons X, piles photo-électriques, lampes à deux et trois électrodes, etc...

Toutes ces questions, toutes ces théories d'un ordre si élevé sont traitées si simplement, sont exposées avec un tel talent de vulgarisateur qu'elles peuvent être comprises sans peine par tous les esprits cultivés. L'auteur est trop connu des lecteurs de la *Revue Scientifique* pour qu'il soit nécessaire de leur recommander ce nouvel ouvrage ; toutefois il nous paraît utile de le signaler tout particulièrement à l'attention des biologistes et des médecins. Nous sommes persuadé qu'ils ne sauraient trouver un abrégé de l'électronique qui soit mieux à leur portée.

A. B.

La chaleur et le froid, par A. Boutaric, Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon. In-16 de 283 pages avec 68 figures. (*Bibliothèque de philosophie scientifique*). E. Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 12 fr.

En raison de l'importance que la chaleur présente pour les êtres vivants il importe de posséder sur elle des notions précises. Ces notions on les trouvera admirablement résumées dans le présent ouvrage qui se lit avec le même intérêt et le même plaisir que celui, de la même collection, consacré par M. Boutaric à l'exposé de nos connaissances sur la lumière et les radiations invisibles.

Les huit premiers chapitres traitent de la notion de température et de la thermométrie, de la mesure des quantités de chaleur, de la dilatation des corps, de la fusion et de la solidification, de la vaporisation des liquides et de la liquéfaction des gaz, des basses températures, des températures élevées et de la propagation de la chaleur. Les cinquante dernières pages ont été réservées à l'étude des questions d'une portée plus générale et qui se prêtent à des considérations tout à fait à leur place dans un volume de philosophie scientifique : le chaleur forme de l'énergie, la nature de la chaleur, l'énergétique et l'atomistique. L'auteur y donne des développements particulièrement intéressants sur le principe de Carnot, notamment en ce qui concerne les phénomènes chimiques, mécaniques et calorifiques dont les êtres vivants sont le siège. Comme il le fait remarquer, en exposant les hypothèses par lesquelles les atomistes, les énergétistes et les mécanistes interprètent ces phénomènes, il est nécessaire d'être éclectique et de ne pas rejeter de parti pris certaines de ces conceptions pour défendre celles-là seules qu'on se sent

porté à adopter. Il ne faut pas oublier que toutes ces théories ont été de précieux instruments de travail pour ceux qui ont su les utiliser. Il vaut mieux s'efforcer de les bien connaître — l'ouvrage de M. Boutaric est à cet égard un guide très précieux — afin de s'en servir successivement ou simultanément si elles nous paraissent capables, comme le dit fort bien l'auteur, de soulever, si peu que ce soit, un coin du voile qui cache le mystère des choses.

A. B.

Manuel de l'Ingénieur. Nouvelle édition française du Manuel de la « Société Hütte ». Traduit de la 24e Edition Allemande, 3 volumes in-8 reliés : tome I, 1413 pages; tome II, 1422 pages; tome III, 1439 pages, avec de très nombreuses figures. Librairie Polytechnique Ch. Béranger, Paris et Liège. — Prix : 392 fr.

La « Société Hütte » jouit en Allemagne d'une réputation bien méritée. Elle publie d'une manière régulière un Manuel destiné aux ingénieurs et dont les éditions successives sont mises au courant des progrès techniques et scientifiques.

La maison Ch. Béranger fait traduire les différents chapitres par des spécialistes et procure ainsi, aux ingénieurs et aux industriels français, le moyen d'être parfaitement renseignés sur l'avancement de la technique allemande.

La traduction de la 24e édition allemande montre le développement considérable donné aux diverses sections du Manuel : l'ancienne édition ne comportait que deux volumes, trois gros tomes sont maintenant necessaires, remplis de tableaux et illustrés de nombreuses figures.

Nous ne pouvons analyser en détail cet ouvrage considérable, très bien présenté, très complet et parfaitement illustré. Nous nous bornerons donc à l'examen des principales modifications introduites dans l'édition nouvelle en question.

Tome I. — En mathématiques, nous trouvons une étude du calcul vectoriel comprenant les bivecteurs, l'étude des affinors et des opérations avec nabla et tensors.

La Mécanique des corps solides, la Chaleur, la Résistance des matériaux, la Connaissance des matières, les Machines, l'Electrotechnique sont des sections complètement remaniées, plus claires et plus complètes que dans l'édition précédente.

Tome II. — Les chapitres concernant les Chaudières, les Machines à vapeur, les Turbines à vapeur, ont été revus, développés et complétés par des diagrammes.

Le chapitre des Moteurs à explosion a été entièrement mis à jour.

Dans le chapitre, Machines de Travaux, on a développé ce qui concerne les élévateurs de blé et de farine, ainsi que les appareils de levage pour les corps liquides.

La Construction navale est présentée d'une manière plus complète avec un appendice sur les bateaux en béton armé.

En Electrotechnique, on s'est étendu sur les dynamos, les commutateurs, les transformateurs, les rhéostats, les réglages, la traction électrique, etc... Le chapitre sur l'essai des machines électriques et entièrement nouveau.

Tome III. — L'exposé de la Science des mesures facilite l'utilisation pratique de cette importante section.

On a beaucoup amélioré les chapitres suivants :

Statique de la construction; Fondations; Béton armé; Superstructure des constructions; Ventilation et chauffage.

Le chapitre, Construction des Usines, est très complet avec toutes les nouveautés intéressantes.

L'étude des machines de construction comporte d'intéressants développements sur les dragues, les constructions hydrauliques, la construction des routes et les distribution d'eau.

La question des stations hydro-électriques fait l'objet d'un chapitre complètement revu. Un chapitre spécial a été consacré aux barrages.

Nous signalerons tout particulièrement, une grande amélioration dans le chapitre, Construction des villes, notamment en ce qui concerne la distribution d'eau potable et l'épuration des eaux résiduaires.

En vue de renseigner l'industrie privée, il a été ajouté, au chapitre des chemins de fer, un chapitre sur la construction des raccordements.

Il y a aussi de nombreux changements au chapitre, construction des ponts, notamment en ce qui concerne les ponts en béton.

Nous ne pouvons citer les 64 auteurs allemands de ce manuel, particulièrement qualifiés pour représenter les différentes branches de la Technique et de la Science. Quant aux traducteurs français, ils ont fait, avec le plus grand soin, un travail considérable, aussi fidèle que possible. Ils ont eu, particulièrement, à bien choisir les termes de la technique française, traduisant convenablement les termes allemands. Parmi ces traducteurs, on compte :

Quatre anciens élèves de l'Ecole Polytechnique : MM. Lehr, Decros, Delbègue, Lecoine; un ingénieur E. S. A. : M. Magnus; un ingénieur-conseil, ancien préparateur de chimie à l'Ecole Polytechnique : M. Jouve; un traducteur spécialiste : M. Jacquemein; un ingénieur des Arts et Manufactures : M. Coubru.

Il est juste de citer ces précieux collaborateurs qui ont permis à la Maison Ch. Béranger de présenter un excellent Manuel que nous recommandons vivement aux intéressés.

Edmond Marcotte.

On a specimen of Elephas Antiquus from Upnor, by the late Charles William Andrews, with further notes on the teeth and skeleton by Clive Forster Cooper With frontispiece and eight plates. In-4° avec figures et planches. British Museum's Edition, 1928. — Prix : 10 sh.

Description d'un squelette d'*Elephas antiquus*, découvert dans les graviers de l'Upnor, près Rochester dans le Kent. Cette publication, par le British Museum, est faite à la mémoire de Ch. W. Andrews, mort en 1924. La préface indique ce qui, dans ce travail, appartient en propre à Andrews et ce qui appartient à Forster Cooper.

Cet Elephas a été trouvé sans le crâne.

La description de toutes les parties du squelette, qui semble avoir été fort bien remonté, est faite en détail, chaque os étant accompagné d'une série de dessins.

Deux photographies montrent l'animal reconstitué, une autre représente les deux molaires retrouvées.

Les mesures de ces os figurent à la suite de chaque description de ceux-ci.

E. P.

Les lichens. Morphologie, biologie, systématique, par Fernand Moreau, Professeur de Botanique à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand. In-8° de 144 pages avec 2 planches de 65 figures (*Encyclopédie biologique*). Paul Lechevalier, éditeur, Paris. — Prix : 30 fr.

Tous les botanistes connaissent les importants travaux que l'auteur, en collaboration avec Madame Moreau, a publiés sur les lichens, aussi apprendront-ils avec plaisir l'apparition de cette intéressante monographie. Celle-ci est d'ailleurs la reproduction d'un cours professé par M. Moreau à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand, cours dans lequel il a examiné successivement les idées de l'ancienne lichénologie; l'histoire de l'idée schwendénérienne, c'est-à-dire de la nature double des lichens si

bien défendue par les travaux de Bornet, Dangeard et Bonnier; les algues puis les champignons des lichens; la reproduction sexuelle chez les champignons des lichens; la doctrine de Stahl sur l'origine floridienne de certains champignons; les phénomènes cytologiques de la sexualité; le complexe lichénique et ses origines; les rapports alimentaires entre les algues et les champignons des lichens; la biomorphogénèse; la nature et le développement des complexes lichéniques et enfin les grandes lignes de la classification des lichens.

En un mot, le présent ouvrage renferme le résumé de toutes les connaissances anatomiques, morphologiques, physiologiques et biologiques que nous possédons sur les lichens, même de celles dont l'acquisition est la plus récente; il rendra donc les plus grands services à ceux qui veulent aborder l'étude de la lichénologie. Mais ce qui lui réservera sans aucun doute le meilleur accueil auprès des botanistes — maîtres et élèves — c'est la clarté avec laquelle l'auteur a traité son sujet, l'intérêt qu'il a su donner à des questions qui, dans bien des livres, ne parviennent guère à retenir l'attention que des spécialistes, et enfin le caractère tout personnel que seul il pouvait imprimer à l'exposé des belles recherches par lesquelles il a démontré avec Mme Moreau, que les phénomènes reproducteurs des lichens rentrent dans le cadre général des phénomènes reproducteurs des champignons, le peu de fondement que présente la théorie d'après laquelle les champignons supérieurs auraient une ascendance floridienne et, enfin, l'action morphogénétique que l'algue symbiote exerce sur le champignon. Ajoutons, en terminant, qu'à la suite de chacun des chapitres on trouve une bibliographie parfaitement au courant des publications les plus modernes. A la fin de l'ouvrage l'auteur a également eu l'heureuse idée de donner une clef analytique des principaux genres et espèces de lichens.

A. BERTHELOT.

Mœurs et Histoire des Indiens Peaux-Rouges, par MM. RENÉ THÉVENIN et PAUL COZE. In-8° de 346 pages avec 50 photos et 383 dessins en noir et en couleurs. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

MM. René Thévenin et Paul Coze, nous donnent une œuvre dont il faut les féliciter. D'abord les Peaux-Rouges nous ont toujours fortement intéressé, mais nous ne les connaissons que par des lectures de romans, de récits de voyages ou la vue de quelques œuvres artistiques : tout cela n'est guère suffisant. D'autre part, les travaux scientifiques sont dispersés, difficiles à lire, fréquemment écrits en langue étrangère. Par conséquent, ce livre répond certainement à un besoin de connaissances précises et sérieuses sur un sujet particulièrement intéressant, historique et ethnologique. Ce n'était pas œuvre facile : elle a nécessité de nombreuses recherches bibliographiques, la plupart en langues étrangères, une sélection et une coordination de matériaux de valeurs diverses qu'il fallait présenter au public français d'une façon attrayante, et où les sujets soient traités suivant leur importance relative. Les auteurs ont très bien réalisé cette tâche complexe et délicate.

Un travail de compilation de ce genre vaut par ses sources d'information. Or, la bibliographie placée à la fin du volume indique un certain nombre de publications, livres et articles bien choisies, sérieuses et faisant autorité. La liste est suffisante pour les lecteurs ordinaires; elle ne prétend point être complète et ne le pourrait être; cependant un livre classique tel que *The American Indian*, par Clark Wissler, ne devrait pas en être absent. De plus, des régions importantes et bien connues, comme la Californie et le Sud-Ouest y sont pauvrement représentées. A ce propos, je ferai remarquer que les auteurs parlent constamment des Indiens du *Sud*, oubliant de faire une distinction absolument nécessaire entre ceux du *Sud-Est* et ceux du *Sud-Ouest* : au point de vue de la géographie, de la langue, du type physique, de l'histoire et de la civilisation, ce sont deux groupes tout à fait différents. Cette confusion apparaît en plusieurs endroits.

Je regrette aussi que le titre même du livre perpétue en France cette légende des *Peaux-Rouges*, malgré l'explication qui est donnée comme justification de ce choix. Pour quiconque a étudié ou voyagé en Amérique, il n'y a pas de Race rouge, ni d'Hommes rouges; leur peau va du blanc jaunâtre presque jusqu'au noir en passant par toute une gamme de nuances brunes. Il n'y a que des *Indiens*, et les titres cités dans la bibliographie le montrent avec évidence.

Sans prendre beaucoup plus de temps, ni d'espace, on aurait pu ajouter avec avantage les lieux et dates des publications citées dans la bibliographie, permettant ainsi à ceux qui s'intéressent à ces questions de trouver les ouvrages mentionnés et ainsi de continuer leurs lectures.

Ces petites fautes de précision se retrouvent ailleurs. Par exemple : Planche IX — Habitations, en Haut-Pueblo. Pourquoi ne pas ajouter : de Taos, Nouveau-Mexique ? Cela préciserait la place sur la carte et rendrait l'exemple concret; de même, les tipis de différentes tribus ont des particularités de construction, proportions et décoration; pourquoi donc ne pas dire à quelle tribu appartiennent les tipis représentés sur cette même planche IX, ce qui ajouterait à la valeur d'information et à l'illustration qui autrement restent indéterminées. Même observation pour les mâts totémiques de la planche VII, dont le lieu d'origine est certainement connu.

La carte, si heureusement placée en tête du volume, révèle également ce manque de précision : plusieurs Etats, tels que Ohio, Virginie de l'Ouest, Tennessee, Sud de la Californie, etc., sont laissés en blanc alors qu'il y a là des tribus indiennes, dont quelques-unes encore existantes. Il y avait cependant de la place pour leurs noms : Powell, Hodge, Wissler les indiquent. Au contraire, dans le Nouveau-Mexique il y a pléthore. Au-dessous de *Pueblo*, qui aurait suffit, on a ajouté *Lagunas* et *Acomas* qui ne sont pas des tribus, mais deux petits villages appartenant au groupe Pueblo, il n'y avait donc pas lieu de les nommer et surtout au pluriel. Le nom *Apaches* était plus important à indiquer comme grande tribu pour l'Arizona et le Nouveau-Mexique que le terme *San Carlos* qui n'est que la désignation d'un groupe d'entre eux. Sur la même carte un seul mot, *Sioux*, est en gros caractères; mais pourquoi pas aussi *Algonquin*, *Athapas*, et quelques autres qui sont aussi des termes génériques, des noms de grands groupes de plusieurs tribus. On aurait pu donner, ainsi, de la précision, de la perspective à cette carte, en ajoutant à sa valeur.

Je sais qu'il n'est pas facile de traduire des noms étrangers, mais je ne suis pas persuadé que « Indiens Corbeaux » correspond à « Crow Indians » et que « Danse du Maïs » est la signification exacte de « Basket Dance » comme elle est représentée sur la figure XIII, car il y a des Corn Dances mais ce n'est pas celle-ci.

Toutefois, je me hâte de dire que ces lacunes sont de peu d'importance à côté de la valeur réelle de l'ouvrage, qu'elles portent sur des points secondaires, que seuls quelques spécialistes trouveront à critiquer. Elles n'enlèvent

rien à l'intérêt de ce livre bien documenté et illustré; les figures sont fort bien choisies et bien exécutées. Les planches de l'appendice I sont spécialement à signaler et elles méritent l'attention des lecteurs et des étudiants. Une légère critique à ce sujet : plusieurs dessins d'un même groupe étant d'une échelle très différente, (et d'ailleurs non indiquée) causeront des erreurs certaines d'appréciation. Par exemple, planche 3, l'embarcation Tlingit (n° 5) (il y a diverses orthographes) est souvent assez grande pour porter de 20 à 30 personnes et cependant elle est représentée plus petite que le canot d'écorce (n° 3) qui se portait aisément à dos d'homme et ne servait guère qu'à un ou au plus à quatre à cinq Indiens.

Le tableau placé en face de l'appendice représente également un effort consciencieux de distribution géographique des familles linguistiques. (Je signalerai une faute d'impression : au-dessous de « Tanoan », au lieu de « Vieresan » qui n'a pas de sens, il faut lire « Keresan », la même erreur est répétée dans l'appendice IV, dans les abréviations, et sous l'article « Pueblo », p. 338. La liste des tribus, quoiqu'incomplète, est utile et sera consultée avec profit. Elle paraît avoir été empruntée au Bulletin n° 30, édité par Hodge, pour le Bureau d'Ethnologie américaine. On aurait pu fournir la référence, utile à ceux qui voudraient se documenter plus complètement.

Les appendices, planches et texte, possèdent une valeur documentaire très importante. Ils forment une partie intégrale de l'ouvrage qui comprend deux parties, les Mœurs et l'Histoire, comme le titre l'indique. Je ne sais s'il est très logique de placer dans la section « Mœurs » les sujets relatifs aux origines, au pays, à sa flore et à sa faune : importantes questions, mais devant plutôt trouver place dans une Introduction. On entre vraiment dans le sujet annoncé au chapitre III, la Vie matérielle, suivi d'une étude sur l'organisation sociale (Chapitre IV) et sur la Vie psychique formant le dernier chapitre de cette première partie. Cependant le lecteur saura gré aux auteurs de cette somme considérable d'informations condensée en si peu de pages.

Deux remarques au hasard de la lecture. Je ne pense pas qu'il soit prudent de comparer, comme on le fait page 64, les *clans* indiens à la *gens* antique, sans expliquer qu'en ethnologie américaine, on réserve le mot *clan* à une organisation à forme matriarcale, tandis que la *gens* était à base patriarcale, car la masse ignore ces distinctions. A la page 88 on nous parle des « Shamans » (sorciers) et il me semble que les auteurs tombent dans une erreur, commune du reste, quand ils disent que ces shamans sont en même temps les prêtres et les médecins de la tribu. Parmi les tribus indiennes plus civilisées, ayant une organisation sociale et religieuse plus avancée, on trouve des prêtres et ceux-ci ne sont pas des shamans : ils sont choisis de diverses façons, préparés, instruits, initiés et leurs fonctions sont clairement définies; d'autres groupes de prêtres ayant des pouvoirs et des privilèges différents existent à côté des premiers dans le même village et pratiquent leurs cérémonies en d'autres occasions. Ils forment des sociétés plus ou moins secrètes.

Les shamans sont exceptionnellement des gens ayant ou croyant avoir des dons spéciaux, des pouvoirs surnaturels, dus à l'inspiration, au rêve ou à quelque fait accidentel. Le shaman est un individu libre, n'appartenant pas généralement à une organisation religieuse; il s'adonne à la médecine et à la magie, à son gré, sans règle traditionnelle : on le peut trouver à côté et en marge d'un sacerdoce institué dans une tribu. Dans les groupes à bas degré de culture, sans organisation religieuse, naturellement le shaman est généralement seul ce qui lui donne d'autant plus d'importance au point de vue religieux et social.

La 2e partie de ce livre traite de l'Histoire des Indiens et des colons. Là, comme ailleurs, de longues citations bien traduites, écrites dans un bon style exempt de toute sécheresse. C'est en réalité une histoire très humaine et pleine de couleur locale qui nous est présentée. Les excellents croquis de Paul Coze, dispersés dans l'ouvrage, y contribuent beaucoup, d'autant plus qu'ils sont exécutés dans la note, une note bien « indienne ».

En résumé, les auteurs nous donnent un très bon travail, bien nourri de faits, joliment illustré, sur une question d'un haut intérêt. Leur livre mérite d'être apprécié à sa juste valeur et aura certainement un grand nombre de lecteurs. L'éditeur, encouragé par le succès de ce volume, nous en donnera, espérons-le, d'autres du même genre sur les peuples les plus intéressants.

E.-B. RENAUD,
Professeur à l'Université de Denver (Colorado).

La motorisation de l'armée, par le Général CAMON. In-8 de 132 pages, Berger-Levrault, éditeurs, Paris 1928.

Par *motorisation*, néologisme barbare mais significatif, l'auteur désigne le remplacement du cheval par le moteur à explosion.

On trouvera, dans ce livre très documenté, les raisons stratégiques qui conduisent à souhaiter le remplacement des 157.000 chevaux, dont l'entretien coûte annuellement 356 millions, par des chevaux-essence.

Ni du côté allemand, ni du nôtre, la cavalerie n'a jamais eu à intervenir... qu'à pied ou pour traîner des canons ou des voitures. Dès le début de la guerre, le corps de cavalerie Sordet, envoyé en Belgique, en revint fourbu. D'autre part, le Kronprinz, féru pourtant de cavalerie, reconnaît que « pour une marche de quelques jours, la mobilité des masses de cavalerie modernes, n'était pas plus grande que celle de l'infanterie... » Ces masses et les convois d'avoine pour leur ravitaillement, encombraient les routes.

L'avion est un éclaireur beaucoup plus efficace, les voies ferrées et les transports automobiles déplacent plus vite les troupes. Les chevaux, qui ne peuvent supporter les masques protecteurs, ne pourront affronter les gaz toxiques.

L'artillerie, pour accompagner l'infanterie, doit être sur tracteurs. L'artillerie de réserve générale qui doit se déplacer rapidement serait portée sur camions automobiles, ainsi que l'artillerie indépendante à longue portée, que l'on peut toujours mettre en batterie à proximité d'un chemin.

Un seul point noir : le carburant. En attendant la fabrication des carburants synthétiques, il conviendrait de constituer des stocks de pétrole aussi considérables que possible. Même si nous conservions nos chevaux, nous devrions demander des secours en avoine et en fourrage à l'Amérique.

Le Général Camon indique clairement comment cette transformation des différentes armes et services pourrait s'effectuer. Il termine par une étude de la Division Légère Automobile destinée à remplacer la Division de cavalerie.

Ce livre doit être entre les mains de tous les Français. Souhaitons qu'il soit lu attentivement par les états-majors qui peuvent hâter la motorisation de l'armée.

ED. M.

Imprimerie P. et A. DAVY, 52, rue Madame. Paris.

Le Gérant : M. HÉDAN.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 20 — 66e ANNÉE — 27 OCTOBRE 1928

L'INDUSTRIE DE L'OPTIQUE[1]

par Ch. FABRY
Membre de l'Académie des Sciences
Directeur de l'Institut d'Optique

Je me propose, dans cette conférence, de vous donner une idée d'une des industries les plus belles et, je crois, l'une des moins connues du grand public, l'Industrie de l'Optique. Je ne puis avoir la prétention de vous donner tous les détails du métier ; ce n'est pas une heure qu'il faudrait pour cela, ce serait plusieurs années ; j'espère seulement pouvoir vous indiquer ce qu'il y a de vraiment typique dans cette industrie très particulière et vous donner une idée de la variété de ses produits.

Et tout d'abord, qu'est-ce au juste qu'un instrument d'Optique ?

Un instrument d'Optique est un instrument qui reçoit des faisceaux de lumières, qui les transforme, les pétrit en quelque sorte, de telle manière qu'à la sortie, après avoir traversé l'appareil, les faisceaux soient mieux adaptés à l'usage que nous voulons en faire. Si l'instrument est destiné à aider la vision, il devra nous faire voir les objets mieux que s'ils se présentaient directement à l'œil ; s'il est destiné à fonctionner avec la plaque photographique, il devra donner sur la plaque une image nette de chaque point de l'objet à reproduire.

Pour transformer ainsi un faisceau de lumière, les moyens dont nous disposons sont très limités ; ils se réduisent à deux : la réflexion et la réfraction.

Tout le monde connaît le phénomène de la réflexion, qui se produit toutes les fois qu'un rayon de lumière tombe sur une surface polie. Le rayon réfléchi se déduit du rayon incident par une loi très simple ; la nature de la substance qui forme le miroir n'y intervient en rien ; elle ne compte que pour définir l'intensité du faisceau réfléchi.

La réfraction, phénomène un peu plus compliqué, consiste en un changement de direction qu'un rayon lumineux subit en passant d'un milieu transparent dans un autre, par exemple de l'air dans le verre. Ce phénomène obéit, lui-aussi, à des lois parfaitement connues, mais où, contrairement à ce qui a lieu pour la réflexion, les propriétés du milieu entrent directement. Chaque milieu est caractérisé, pour une espèce donnée de lumière, par une constante parfaitement définie, son indice de réfraction ; une fois cette quantité connue, toutes les circonstances du phénomène de réfraction peuvent être exactement calculées.

Permettez-moi d'insister sur la précision avec laquelle les phénomènes de l'Optique peuvent être soumis au calcul. Les lois qui les régissent ne sont pas des lois empiriques, plus ou moins grossièrement approchées ; ce sont des lois ri-

(1) Conférence faite à l'Ecole supérieure de Perfectionnement Industriel le 30 avril 1928.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

goureuses, dont on est tout-à-fait sûr. A ce point de vue la situation de l'opticien est bien plus favorable que, par exemple, celle de l'ingénieur qui s'occupe de constructions métalliques. L'ingénieur qui construit un pont ou une locomotive doit utiliser les propriétés mécaniques des métaux, c'est-à-dire quelque chose d'extraordinairement compliqué et variable, que l'on peut connaître seulement d'une manière empirique et approximative. Le point de départ de ses calculs présente de sérieuses incertitudes, et les résultats ne peuvent être qu'approximatifs; ceux de l'Optique, au contraire, sont parfois très difficiles, mais ils reposent sur une base parfaitement sûre.

*
* *

Revenons à notre faisceau lumineux, qu'il s'agit de modifier d'une certaine manière. Nous pouvons, pour cela, disposer d'un certain nombre de surfaces sur lesquelles la lumière pourra se réfléchir ou se réfracter.

Une première condition se pose dans la réalisation de ces surfaces : il faut qu'elles soient parfaitement polies, complètement démunies d'aspérités. Cette nécessité tient à l'extrême petitesse de la longueur d'onde de la lumière : il faut que les aspérités de la surface soient petites par rapport à cette longueur d'onde, qui est d'environ 1/2000 de millimètre.

Cette condition limite énormément le choix des matériaux que peut employer l'opticien. Lorsqu'il s'agit de réfraction, il faut prendre une surface transparente, homogène, susceptible de se bien polir ; le verre est presque la seule substance que l'on puisse employer. Sauf des cas très exceptionnels, c'est le verre qui est la matière première pour les pièces d'optique où il doit y avoir réfraction.

Lorsqu'il s'agit de réflexion, la condition de transparence n'intervient pas, et l'on peut avoir un peu plus de choix. Le verre peut encore être employé ; dans certaines conditions, il réfléchit totalement la lumière, sans qu'il soit nécessaire d'argenter la surface ; le plus souvent il faut recouvrir cette surface d'une couche de métal, ordinairement d'argent, et l'on a pour cela des procédés simples. Des surfaces purement métalliques (bronze des miroirs, aciers inoxydables, métal doré ou argenté) peuvent aussi être employées ; mais cette application des métaux reste assez limitée, et c'est le verre qui reste la matière première habituelle de la plupart des pièces d'optique.

Quelques mots sur les qualités particulières que doit posséder le « verre d'optique ». En gros, ce verre est la même substance que celui qui est employé à d'autres usages ; c'est un complexe formé de silice et d'un certain nombre de bases, potasse, soude, chaux, baryte, oxyde de plomb. Mais, on demande au verre d'optique des qualités que l'on ne demande pas au verre ordinaire. La plus importante et la plus difficile à réaliser est une parfaite homogénéité ; des inégalités, d'un point à un autre de la masse, de l'indice de réfraction portant sur quelques unités de la cinquième décimale suffisent à rendre un morceau de verre inutilisable pour la fabrication d'une pièce d'optique. Cette condition est difficile à obtenir, surtout pour les grosses pièces. La masse fondue, pendant la fabrication, est en réalité pâteuse ; pour la rendre homogène, il faut la brasser sans y introduire de corps étrangers. Or, le creuset lui-même dans lequel la fusion est obtenue n'est pas d'une matière inaltérable : ses parois se dissolvent plus ou moins dans le verre fondu et y apportent des impuretés.

Mais cette condition d'homogénéité n'est pas la seule. Il faut encore une transparence aussi parfaite que possible. En réalité, la transparence parfaite pour toutes les radiations n'existe dans aucun matériel ; ce que l'on peut demander, c'est un minimum d'absorption, au moins pour les radiations visibles. L'oxyde de fer, toujours présent comme impureté dans les matières premières, paraît jouer le rôle principal dans cette question de transparence.

Enfin, le verre d'optique doit être parfaitement exempt de tensions internes, qui donneraient à la matière de la biréfringence. Un recuit très soigné est nécessaire pour faire disparaître ces tensions.

Chaque verre est caractérisé, du point de vue optique, par des indices de réfraction pour les diverses radiations ; en première approximation, on peut représenter cet ensemble par deux constantes : l'indice pour une radiation moyenne (généralement la raie D du sodium) et une constante pour caractériser la dispersion. Pour réaliser ses instruments, l'opticien demande des verres aussi divers que possible : malheureusement le verrier ne peut lui donner satisfaction que dans la limite des ressources que lui offre la Chimie. En fait, les indices ne sortent guère des limites 1,5 à 1,7, et les dispersions ne varient que du simple au double. Il faut que, dans ses calculs, l'opticien prenne comme point de départ les constantes de verres existant.

Finalement, la matière première est livrée à l'opticien, soit en plateaux qui seront débités à la demande, soit en pièces moulées, ayant déjà grossièrement la forme des pièces que l'on voudra obtenir, ce qui diminuera le déchet au dégrossissage.

*
* *

La matière étant obtenue, le problème qui se pose à l'opticien est alors celui-ci : Quelle forme

donnera-t-on aux diverses surfaces réfringentes ou réfléchissantes pour transformer, de la manière que l'on s'est fixée, les faisceaux lumineux ? L'énoncé du problème est très simple ; la solution en est, le plus souvent, très difficile. On ne peut espérer aucun résultat utile par des tâtonnements empiriques ; il y a trop de quantités à faire varier pour que l'on puisse espérer d'améliorer un appareil en modifiant au hasard la forme des pièces. L'étude mathématique du problème, avant tout essai de réalisation, est la seule méthode qui puisse conduire au résultat.

La construction d'un instrument d'optique commence donc par des calculs mathématiques. A vrai dire, il en est à peu près de même dans toutes les industries ; mais nulle part les problèmes ne sont aussi strictement délimités que dans l'industrie de l'optique. Prenons comme comparaison l'ingénieur qui doit construire un pont métallique. Les calculs qu'il doit faire pour établir son projet sont parfois compliqués ; ils reposent sur des données un peu incertaines, mais il a la ressource, s'il a le moindre doute sur l'exactitude des résultats, d'augmenter l'épaisseur des diverses pièces pour se réserver un « coefficient de sécurité » qui lui donne toutes garanties de solidité. Le pont est prévu, par exemple, pour supporter une charge de cent tonnes ; s'il peut en supporter deux cents, personne ne s'en plaindra ni même ne s'en apercevra. Les conditions du problème, en langage mathématique, s'expriment par des inégalités En optique, il en est tout autrement ; chaque problème s'exprime par des égalités, auxquelles il faut satisfaire avec un haut degré de précision.

La question se complique encore du fait que, le plus souvent, le problème n'est pas susceptible d'une solution rigoureuse. Prenons, par exemple, le problème de l'objectif photographique ; l'énoncé tient en deux lignes. Il faut que les rayons partis de chaque point d'un objet plan viennent converger en un point de la plaque, de manière à donner une image semblable à l'objet. Si vous posez ce problème à un pur mathématicien, il vous démontrera bien vite que le problème est *impossible ;* on ne peut pas construire ni même imaginer de combinaison de milieux réfringents, quelle que soit la forme des surfaces, quels que soient le nombre et la nature des milieux, qui donne exactement le résultat demandé. Les géomètres sont très contents lorsqu'ils ont démontré qu'un « problème est impossible »et quelques-uns de ces théorèmes d'impossibilité, tel celui de la quadrature du cercle, sont justement célèbres dans l'histoire des mathématiques. Pour les problèmes techniques, comme celui qui nous occupe, cette « impossibilité » n'est pas d'une très grande importance pour le technicien. Le problème est impossible ; fort bien ; il faut le résoudre tout de même, non pas exactement (puisque c'est impossible), mais avec une approximation suffisante pour les besoins de la pratique.

Les calculs nécessaires pour arriver au résultat sont longs et pénibles ; ils ne peuvent être menés à bien que par de longs tâtonnements, où l'on modifie peu à peu la forme supposée des diverses surfaces jusqu'à ce que le résultat cherché ait été pratiquement obtenu. Dans le choix de la forme des surfaces, il faut d'ailleurs tenir compte de la facilité avec laquelle les pièces pourront être réalisées. Sauf dans des cas exceptionnels, qui entraînent de fortes dépenses de fabrication, on s'astreint à donner aux surfaces des formes planes ou sphériques, parce que ce sont les plus faciles à réaliser et aussi, il faut bien le dire, les plus faciles à soumettre au calcul.

*
* *

Voici donc le calcul achevé ; on a décidé que les diverses pièces qui composent l'appareil seront faites de tel et tel verres, qu'elles auront telles ou telles formes. Le travail du calculateur est fini : celui de l'ouvrier commence.

Ce qui distingue le travail de l'ouvrier opticien c'est, tout d'abord, l'extrême précision avec laquelle il doit être réalisé. Dans la fabrication industrielle d'un objet, il y a toujours une limite de précision qu'il n'est ni utile ni même possible de dépasser. Le tailleur se contentera de prendre vos mesures à un centimètre près ; si votre veston est plus long ou plus court d'un demi-centimètre, je pense que vous ne vous en apercevrez même pas. Le vitrier qui prend la mesure d'un carreau ne peut se contenter de la même approximation ; le carreau risquerait de ne pas entrer dans le châssis ou de passer au travers ; les mesures sont prises au millimètre. Cette précision, à son tour, est tout-à-fait insuffisante pour l'ouvrier mécanicien ou pour l'armurier : si le canon de l'arme est trop étroit d'un millimètre, l'arme vous éclatera dans les mains. Une précision du centième de millimètre a rarement besoin d'être dépassée dans les constructions métalliques les plus précises ; cette précision est tout-à-fait insuffisante dans l'industrie de l'optique. Supposons, par exemple, que le mathématicien ait dit : « Je veux que cette surface soit plane » et que l'ouvrier chargé de la réaliser ait laissé au milieu de cette surface une petite bosse ayant un centième de millimètre de hauteur, que le toucher le plus délicat ne parviendra pas à déceler. L'appareil, au lieu d'être parfait, sera exécrable ; la petite bosse sera, à l'échelle des opticiens, comme une montagne au milieu d'une plaine. Là encore, comme pour le poli des surfaces, il faut que les irrégularités restent petites par rapport à la longueur d'onde ; c'est

une précision du dix-millième de millimètre qu'il faut atteindre dans la construction parfaite.

Pour atteindre cette précision, il faut de bons ouvriers, de bons outils, et aussi quelque chose de plus : il faut de bonnes méthodes de vérification. Vous savez quelle est l'importance, dans toutes les industries de précision, de ces moyens de vérification, et vous connaissez la variété d'appareils de contrôle, calibres, pieds à coulisse, comparateurs divers, dont on se sert dans les ateliers d'ajustage. Mais ici, ces moyens ne sont pas assez précis et ne peuvent servir que dans la période préliminaire du travail. C'est le rayon lumineux lui-même, si exigeant quant à la précision requise, qui nous fournira les moyens de vérification. Je ne peux entrer ici dans le détail de ces méthodes ; il me suffira d'en indiquer le principe.

Ces méthodes se rangent en deux groupes : les unes sont basées sur les propriétés géométriques des rayons réfléchis, les autres sur les phénomènes d'interférence.

Dans le premier groupe se trouvent les procédés imaginés par Foucault, et toujours en usage pour la vérification des grandes pièces ; on juge de la forme d'une surface par l'étude des rayons partis d'un point convenablement placé et réfléchis sur cette surface. Le cas le plus simple est celui où la surface doit être sphérique ; un point lumineux étant placé au voisinage du centre de courbure, le critérium de la parfaite sphéricité est que les rayons viennent exactement converger en un point, et par suite sont tous coupés à la fois par une arête de couteau que l'on déplace au voisinage de cette image. Les autres formes de surface donnent lieu à des essais un peu plus compliquées, mais on peut toujours déduire la forme de la surface de l'étude du faisceau réfléchi. On remarquera que, du point de vue géométrique, cette méthode revient à définir la forme d'une surface par le faisceau de ses normales.

La méthode interférentielle est celle dont on se sert habituellement pour la vérification des surfaces petites et moyennes, en particulier, de toutes celles qui entrent dans la construction des instruments d'optique les plus courants (jumelles, lunettes, objectifs photographiques, etc.). Elle est basée sur le principe bien connu des *franges de lames minces*.

Si l'on superpose deux surfaces de verre, elles laissent forcément entre elles une mince couche d'air ; en éclairant cette lame par un faisceau re lumière monochromatique et observant par réflexion, on voit une série de courbes qui dessinent les *lignes d'égale épaisseur* de la couche d'air ; d'une ligne sombre à la suivante l'épaisseur croît d'une demi-longueur d'onde, soit environ d'un quart de micron. Ceci donne un moyen très simple et très précis pour avoir la forme de l'une des deux surfaces si l'autre a une forme connue ; si par exemple une des surfaces est plane, les franges tracent la carte topographique de l'autre surface par ses *courbes de niveau*. On arrive à l'absence de franges, à la *teinte plate* si les deux surfaces s'appliquent exactement l'une sur l'autre. On peut d'ailleurs, au lieu de lumière monochromatique, se servir de lumière blanche ordinaire, à la condition que la lame d'air restant entre les surfaces soit suffisamment mince ; on a alors des franges diversement colorées, et l'essai prend, dans le langage des ateliers d'optique, le nom d'*essai aux couleurs*.

Toute la bonne construction des appareils d'optique courants se fait en appliquant, à l'atelier même, la méthode interférentielle de vérification. Avant de commencer une fabrication en série, on fait la collection des *calibres* sur lesquelles les diverses pièces devront s'appliquer exactement. Les surfaces planes (par exemple, celles des prismes des jumelles) devront s'appliquer exactement sur un *plan étalon* ; une surface sphérique convexe aura son *calibre* concave ayant exactement le rayon fixé. Ces calibres eux-mêmes sont d'ailleurs vérifiés par la méthode interférentielle, par des procédés qu'il serait trop long de décrire ici.

On remarquera que ce procédé de vérification de la surface est géométriquement plus simple que la méthode basée sur l'étude des rayons réfléchis ; il donne directement la cote des divers points par rapport à un plan (ou une surface connue) de référence ; on peut dire qu'il donne l'équation de la surface, en termes finis, tandis que l'étude des rayons réfléchis définit la surface en introduisant une relation différentielle. La précision de la méthode interférentielle est, d'autre part, justement celle qui est nécessaire et suffisante pour la réalisation parfaite de l'instrument d'optique.

*
* *

Voici donc les procédés de vérification. Voyons maintenant quels sont les procédés de travail.

Il y a cent façons de travailler les métaux. On peut travailler le métal en enlevant des copeaux avec une machine à raboter ou un outil de tour ; on peut enlever de tous petits morceaux avec une lime ou une meule ; on peut déformer le métal sans enlever de matière en le martelant comme on le fait dans la chaudronnerie ou par pression comme dans les procédés d'estampage ; on peut le travailler à la filière, au laminoir, à froid ou à chaud ; bref, les procédés sont très variés.

Le verre ne s'accommode pas du tout de cette variété de méthodes. Le verre est à la fois dur et fragile ; on ne peut pas, du moins à froid, le déformer sans enlever de matière. A partir

du moment où le verre sort de la verrerie (où on a pu le mouler à chaud) pour entrer dans l'atelier de l'opticien, il n'y a plus qu'une manière de le travailler, c'est d'user sa surface en la frottant avec une substance plus dure. Si cette substance est en grains très grossiers, on enlèvera beaucoup de matière, mais on n'obtiendra pas une surface polie ; cette surface sera couverte d'un nombre immense de petits sillons formés par les grains de la substance dure ; le verre restera dépoli. En frottant successivement avec des grains de plus en plus fins, ces stries deviendront de moins en moins profondes, on obtient le verre *douci*, et finalement, on arrive au poli parfait. Il n'y a pas d'autre moyen de travailler le verre ; depuis trois ou quatre siècles que l'on travaille du verre d'optique, soit pour faire des verres de bésicles soit pour tous les appareils modernes, les machines se sont perfectionnées, mais la méthode n'a pas changé.

La chose active, dans ce travail, c'est donc la substance dure, l'abrasif, qui sert à user, puis à polir le verre. On commence avec du sable siliceux, dont les grains usent le verre très rapidement. Pour continuer, on se sert d'émeri de plus en plus fin. Les grains grossiers doivent être soigneusement éliminés de ces poudres fines ; chaque gros grain ferait un sillon et le travail serait à recommencer. On emploie un moyen très simple pour obtenir de l'émeri en poudre très fine. On prend une poignée d'émeri, qui contient des grains de toutes grosseurs, on délaie cette poudre dans un vase plein d'eau, et on laisse reposer. Les gros grains vont vite au fond, tandis que les petits restent en suspension. Au bout d'un certain temps, on verse l'eau dans un autre vase et on laisse encore reposer ; la poudre qui va au fond est composée de grains d'autant plus fins que le repos préalable a été plus long.

***

Je voudrais, pour terminer, vous donner une simple indication sur les appareils que fabrique l'industrie de l'optique, pour vous donner une idée de la variété de ses produits.

En ce qui concerne le nombre et peut-être l'importance sociale des produits fabriqués, en première ligne vient l'industrie des verres de lorgnons. Il ne s'agit pas ici d'appareils compliqués, ni très précis ; mais il est nécessaire de les produire à bon marché et en quantité formidable. Sauf des cas très exceptionnels, ces verres ne peuvent être faits sur mesure ; le fabricant produit d'avance, en série, tout ce qui peut lui être demandé, ce qui représente un très grand nombre de types différents de verres. La quantité totale produite est énorme. Je ne veux pas aborder ici le point de vue économique, qui sort de ma compétence; mais, je pense que le nombre de verres produits annuellement en France est de l'ordre d'une centaine de millions, dont une partie appréciable est destinée à l'exportation. Les verres les plus communs sont les verres concaves pour les myopes et les convexes pour les presbytes et les hypermétropes. Pendant longtemps, on s'est contenté de la forme simple biconcave et biconvexe, où les deux faces sont des sphères de même rayon ; mais, depuis quelques années on s'oriente vers les formes en ménisque avec des courbures calculées de manière à diminuer les aberrations dans les parties latérales du champ, qui sont énormes avec les anciennes formes. Peu à peu, le public s'habitue à ces verres plus parfaits, qui procurent un plus grand confort de la vision. On est même amené, pour les verres les plus forts, à abandonner la forme sphérique et à choisir des surfaces de révolution plus compliquées.

A l'industrie de la lunetterie se rattache celle des instruments d'ophtalmologie, qui servent à l'oculiste pour l'examen des yeux. Les plus simples sont les lunettes d'essai, permettant à chaque patient de choisir les meilleurs verres correcteurs ; mais il en existe une grande variété d'autres, en particulier, ceux qui servent à la mesure des courbures de la cornée. Les plus curieux de ces appareils d'ophtalmologie sont ceux qui servent à voir le fond de l'œil, la rétine, avec tous ses détails et ses moindres lésions. Longtemps, sous une forme très simple, ces appareils ont subi, dans ces dernières années, d'importants perfectionnements, en particulier de la part de l'ophtalmologiste suédois Gullstrand ; la netteté avec laquelle ces appareils montrent la rétine est vraiment merveilleuse.

Quittant les appareils destinés à l'examen de l'œil, nous trouvons la nombreuse série des instruments destinés à voir de loin, formant ce qu'on peut appeler la téléoptique. Tout d'abord, les lunettes monoculaires destinées à l'observation des objets terrestres, ont donné lieu à des constructions assez diverses. L'*oculaire terrestre*, redressant l'image au moyen d'un système de deux lentilles a cédé la place dans les dernières décades à l'*oculaire à prismes*, plus court et susceptible de donner un plus grand champ ; tout le monde connaît ces lunettes à plusieurs grossissements (généralement trois), où l'on peut, par un dispositif *à revolver*, adapter plusieurs oculaires. Cependant, l'oculaire terrestre a pris un regain d'actualité par la construction de la *lunette panoratique* où, par la manœuvre d'un bouton, on fait varier le grossissement d'une manière continue ; le problème a été posé par des questions de tir dans la marine, mais il se pourrait bien que les appareils ainsi réalisés attirent l'attention des simples touristes, amusés par la vue d'un paysage que l'on peut voir se rapprocher ou s'éloigner à volonté.

Les *appareils binoculaires* ou jumelles sont toujours en vogue pour les faibles grossissements, particulièrement pour les appareils qui sont destinés à être tenus à la main. Là encore, l'oculaire à prismes est le plus à la mode ; cependant, l'oculaire divergent de la lunette de Galilée continue à être employé pour le théâtre ; il a toujours la faveur des marins, à cause de sa très grande clarté, qualité précieuse dans l'observation au crépuscule.

Dans certains cas, il est utile d'augmenter l'effet de relief binoculaire donné par la jumelle; on y arrive en écartant les deux objectifs, et, pour rendre l'appareil plus transportable, on le rend pliant, ce qui conduit à la *jumelle à ciseaux*.

Les périscopes se rattachent aussi à la téléoptique ; ce sont des lunettes à grossissement faible, même sans grossissement, mais avec la condition que tous les faisceaux venant d'un champ étendu viennent passer par un tube long et étroit. Tout le monde connaît les périscopes de tranchée, permettant d'observer le paysage sans cesser d'être à l'abri ; mais les plus remarquables et les mieux étudiés des périscopes sont ceux des sous-marins, qui ont jusqu'à 12 mètres de long, et dont la construction soulève des problèmes difficiles non seulement d'optique, mais aussi de mécanique, à cause de la nécessité de maintenir le tube parfaitement rigide, étanche, et rigoureusement sec à l'intérieur. L'emploi de grossissement variable est venu encore compliquer le problème d'optique.

Du point de vue optique, il faut rattacher au périscope certains instruments employés en médecine, tels que le cystoscope, qui permettent de voir un organe (par exemple l'intérieur de la vessie) en faisant passer les rayons lumineux par un étroit canal.

Tous les instruments astronomiques pour l'observation visuelle du ciel font également partie de la téléoptique. Ils sont restés jusqu'à ces dernières années, sous les deux formes classiques, les réfracteurs à objectif achromatique dont le diamètre a été porté jusqu'à 1 mètre (lunette de Yerkes) et réflecteurs à miroir parabolique en verre argenté dont le plus grand a 2 m. 50 de diamètre (télescope du Mont-Wilson). Mais ces appareils commencent à se diversifier. Réalisant une idée très ancienne, on utilise de plus en plus le miroir mobile pour renvoyer dans une direction fixe les rayons de l'astre étudié; le télecope vertical ou « tower telescope » réalisé pour la première fois au Mont-Wilson, est le type le plus remarquable d'appareil de ce genre. D'autre part, il semble bien que le diamètre de 2 m. 50 pour le miroir parabolique en verre massif représente l'extrême maximum réalisable ; de divers côtés on cherche le moyen de sortir des difficultés inhérentes à l'emploi des très grosses masses de verre. Il faut citer, dans cet ordre d'idées, les essais de M. Ritchey sur la construction *cellulaire* des miroirs en verre, et aussi des suggestions ou essais sur l'emploi d'autres matériaux que le verre. Peut-être la meilleure solution sera-t-elle dans un retour aux miroirs métalliques, en utilisant les ressources presque illimitées de la métallurgie moderne, ressources qui n'existaient pas à l'époque où Foucault a fait abandonner le métal pour le verre. Enfin, la partie géométrique du problème du télescope est entrée dans une voie nouvelle avec les recherches de Schwarzschild et celles de Chrétien, qui ont étudié un ensemble de deux miroirs sortant des formes classiques et ont montré que l'on peut améliorer beaucoup l'instrument pour les usages photographiques.

Aux instruments astronomiques s'apparentent les instruments de géodésie (théodolites, goniomètres, etc.), d'arpentage et de nivellement, qui presque tous contiennent une lunette. Les constructeurs ont longtemps considéré cette lunette comme une partie accessoire de leur instrument ; on s'est mis à l'étudier plus sérieusement, en particulier, pour la rendre plus compacte et plus robuste. Les télémètres peuvent aussi rendre quelques services dans le lever des plans, mais leur usage essentiel est dans la marine de guerre et dans le tir anti-aérien. Ces appareils sont de plusieurs types, dont le plus remarquable est le *télémètre stéréoscopique*, instrument à observation binoculaire avec relief énormément exagéré, où la distance est lue au moyen d'un index dont on peut faire varier la distance apparente, que l'on vient poser sur l'image en relief du but.

L'objectif photographique est devenu un instrument d'optique extrêmement répandu ; sa construction pose des problèmes d'optique difficiles, à cause des qualités diverses, et en partie contradictoires, qu'on lui demande (grand champ plan, absence de distorsion, grande ouverture, minimum d'absorption). Aussi est-on amené à sacrifier, dans chaque appareil, une partie des qualités au profit des autres, et ceci explique la grande variété de types d'objectifs. Les distances focales et par suite les dimensions de ces appareils varient aussi dans de larges limites ; le cinématographe, par exemple, a conduit à l'emploi d'objectifs de très courts foyers, tandis que la photographie aérienne, très employée pour le lever des plans, conduit à des objectifs de grande distance focale.

A l'industrie photographique, il faut rattacher les objectifs pour projections et les condenseurs destinés à la meilleure utilisation de la lumière. Ces appareils ne sont pas toujours construits de la manière la plus rationnelle ; l'emploi de la silice fondue, qui résiste parfaitement à la chaleur, ouvre de nouvelles possibilités en permettant de rapprocher le conden-

seur autant que l'on veut de la source de lumière.

A l'opposé de la téléoptique, nous trouvons les microscopes, dont l'importance scientifique et technique ne cesse de grandir. Leur construction est peut-être le problème le plus difficile de l'optique, aussi bien pour le calculateur que pour le fabricant. On peut dire que, pour l'observation visuelle, le microscope est arrivé à la perfection, c'est-à-dire qu'il montre tout ce qui peut être séparé eu égard aux propriétés des vibrations lumineuses. Les plus récents progrès ont été dans les procédés d'éclairage, conduisant aux divers types d'ultra-microscopes. D'autre part, on a repris récemment des essais anciens sur l'emploi de radiations non visibles, avec la plaque photographique comme appareil récepteur ; l'ultra-violet procure l'avantage d'un pouvoir séparateur plus élevé à cause de sa plus petite longueur d'onde ; l'infra-rouge, dont on sait maintenant photographier une partie, peut permettre de faire apparaître des contrastes non visibles.

L'emploi le plus connu du microscope est dans la bactériologie, l'histologie, et plus généralement dans l'étude des êtres vivants ; mais son domaine s'étend de plus en plus ; en particulier, il a joué un rôle capital dans les progrès de nos connaissances sur les métaux et les alliages, dont l'histologie commence à être connue.

Il faudrait encore énumérer la nombreuse série des appareils de laboratoire, destinés à l'identification des corps ou à l'étude de leurs propriétés. Nous avons dans cette série les *réfractomètres* pour la mesure des indices de réfraction des solides et des liquides, les *polarimètres* pour la mesure des rotations de plans de polarisation, dont le *saccharimètre* est le type le plus connu, les divers types de *spectroscopes* et de *spectographes*, de plus en plus variés, pour l'étude des spectres d'émission ou de l'absorption, les divers appareils pour l'étude des cristaux.

Enfin, les divers appareils photométriques, longtemps confinés dans des laboratoires spéciaux, commencent à en sortir depuis que l'art de l'éclairage est devenu une science.

Tous ces appareils reçoivent la lumière ; à l'industrie de l'optique se rattachent aussi les appareils destinés à envoyer la lumière : lentilles de phares, grands miroirs des projecteurs de guerre et de marine, et même miroirs plus modestes des phares d'autos. La construction de ces appareils n'exige heureusement pas la même précision que celle des véritables instruments d'optique ; elle soulève, cependant, des questions difficiles d'optique géométrique qui ne sont pas toutes parfaitement résolues.

*
* *

Vous voyez, par cette trop rapide énumération, combien sont nombreux et variés les produits de l'industrie de l'Optique. Même si on l'évalue par le chiffre d'affaires, cette industrie est loin d'être négligeable ; elle apparaît comme beaucoup plus importante encore si on la juge par les services rendus. Les instruments d'optique, en effet, souvent de valeur modeste, sont indispensables à une foule de gens, et aussi à des industries dont l'importance est énorme.

Le lorgnon dont je me sers pour lire et pour écrire est un objet de faible valeur ; si j'en étais privé, cela serait pour moi une véritable catastrophe. Le marin qui explore l'horizon pour voir le danger possible se sert d'une jumelle dont le prix est négligeable ; de la qualité de cet instrument peut dépendre la sécurité des passagers. Le périscope d'un sous-marin coûte quelques dizaines de mille francs, ce qui n'est rien par rapport aux millions que coûte le navire ; mais il suffit de quelque imperfection dans sa construction pour que le navire devienne aveugle et aille se jeter sur un obstacle qui l'enverra au fond de l'eau.

La disparition de l'industrie de l'optique dans un grand pays serait évidemment un événement fâcheux au point de vue économique ; mais, au point de vue de sa sécurité et de son bon renom scientifique, cela serait une véritable catastrophe. Il faut bien reconnaître qu'avant la guerre, nous avons un peu laissé péricliter cette industrie, ou plutôt que, progressant moins vite que nos voisins, nous avons été devancés. On a souvent accusé nos constructeurs, qui auraient manqué d'initiative et de science ; il faut bien reconnaître que nos savants ont été coupables aussi. Beaucoup d'entre eux se sont intéressés uniquement au côté philosophique de la science, dédaignant trop la partie technique, et oubliant que les découvertes les plus importantes ont été une suite naturelle de quelques progrès dans la construction des instruments.

Il semble cependant que notre pays ait tout ce qu'il faut pour tenir un rang élevé dans l'industrie de l'optique. A la base, il y a les études mathématiques ; or, il est incontestable que, depuis longtemps, notre pays n'a jamais cessé d'être à la tête du mouvement scientifique en mathématiques. Dans aucun pays, les jeunes ingénieurs ne reçoivent une instruction mathématique comparable à celle que donnent nos grandes écoles ; on reproche même parfois à cet enseignement d'être trop long, trop théorique ; c'est possible, mais il est solide et permet d'avoir bien en main l'outil mathématique nécessaire à l'ingénieur opticien. D'autre part, notre pays a toujours été réputé comme ayant le goût du travail soigné, fini, bien fait ; nulle part comme en optique on ne trouve à donner satisfaction à ce désir. Je crois bien que ce goût ne s'est pas perdu ; peut-être a-t-il été un

peu obscurci par des flatteries maladroites ; peut-être nous a-t-on trop vanté les avantages de l'improvisation et les beautés de ce qu'on a pittoresquement appelé le « système D ». En optique, il faut bien le dire, le « système D » ne réussit pas ; qu'il s'agisse de recherches théoriques ou de réalisation matérielle, seul le travail méthodique, honnête et régulier peut conduire à quelque chose.

C'est une raison de plus pour encourager une industrie où notre pays peut et doit reconquérir la première place.

LES BARRAGES

par F. BONNET
Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées

A l'origine, le barrage était la pierrée de cailloux que l'indigène amassait pour détourner un peu de débit du cours d'eau à des fins de pêche ou de rudimentaires arrosages. Puis, la pierrée est devenue la levée des moulins primitifs ou celle des premiers étangs créés dans des situations favorables, également à des fins de pêche ou de chasse. Il a fallu ensuite s'occuper de l'alimentation des agglomérations, assurer des services d'irrigation, puis de navigation, pour finir par les immenses réserves d'eau et d'énergie qu'accumulent les réservoirs d'aujourd'hui derrière des barrages de 20, 50, 100 mètres de hauteur et plus. C'est ainsi que, petit à petit, l'homme a fait appel à tous les matériaux, à toutes les formes de profils, pour créer des retenues derrière lesquelles s'emmagasinaient des masses d'eau de plus en plus considérables. Elles sont là du reste, comme des réserves inépuisables, puisqu'elles se renouvellent dans leur intégralité à chaque nouvelle période de pluies ou de fonte des neiges.

L'histoire des barrages est celle de ce travail de l'homme arrêtant et asservissant les débits des cours d'eau aux fins qu'il a voulu. Mais aussi, par un juste retour serait-on tenté de dire, lorsque ces masses formidables d'énergie en réserve trouvent brusquement à s'échapper, alors c'est la ruine, la désolation et la mort partout où passe en trombe le courant dévastateur.

I. — Digues en terre, mixtes et en enrochements.

Les barrages sont construits en terre, en terre et maçonnerie ou béton, en enrochements à sec, en maçonnerie ou en béton, en béton armé.

Ou bien ils emmagasinent à leur amont les débits qu'ils barrent, et ils ont alors une grande hauteur : ou bien ils en relèvent simplement le plan d'eau de quelques mètres pour le service d'une usine ou d'une prise d'eau, ou pour créer un bief, et alors ils comportent des pertuis fermés par des ouvrages métalliques qui s'effacent pour laisser passer les eaux surabondantes et les crues. Suivant le rôle ainsi rempli, et la nature des matériaux employés, ils reçoivent des formes et dans chaque forme, des épaisseurs très différentes.

Digues en terre du type français. — Les premières digues n'étaient que des levées de terre faites à la façon d'un remblai de route. Si elles ne tenaient pas, on les renforçait ou on les reconstruisait jusqu'à ce que leur stabilité fût obtenue.

Mais lorsqu'on a voulu aborder des hauteurs de retenue importante et que les masses d'eau accumulées à l'amont sont devenues un danger pour l'aval, en cas de rupture, il a bien fallu construire des digues stables du premier coup et pour cela, les édifier suivant des principes et de la méthode, tant dans le choix des terres que dans leur mise en œuvre.

Les très anciennes digues qu'on trouve dans les pays de grande irrigation, comme l'Inde, étaient construites en suppléant par la masse à toute technicité. Des populations entières y étaient employées. Chaque travailleur allait au côteau prendre sa charge de terre et venait l'apporter sur l'espèce de montagne factice qu'on élevait à travers la vallée. Et le piétinement continu de toute cette foule, travaillant dans l'intermittence des pluies torrentielles des régions tropicales, constituait le meilleur des corroyages des couches successives du remblai en cours d'exécution. Telle est la digue de Cumman, dans la province de Madras (fig. 291), dont la construction remonte aux premiers temps de l'histoire hindoue, c'est-à-dire à l'antiquité la plus reculée.

Par la suite, on a réduit l'importance des masses de terre mises en œuvre, mais lorsque, pour des raisons de main-d'œuvre et d'économie, on a voulu réduire les profils des digues au minimum, la pratique a vite enseigné qu'il fallait les édifier avec des terres choisies, homogènes, de nature argilo-sableuse, se rappro-

chant de 2/3 de sable pour 1/3 d'argile, comme donnant l'incompressibilité et l'étanchéité qu'il faut obtenir. Encore faut-il les mettre en œuvre par couches minces de 0 m. 10 à 0 m. 20 d'épaisseur, au plus, et les corroyer énergiquement par des cylindres compresseurs analogues à ceux des routes, mais dont les rouleaux sont cannelés, pour assurer l'interpénétration des couches successives par des passages répétés.

Cela ne suffit du reste pas, car il faut encore protéger le talus amont, contre l'action érosive des rides du batillage et des lames soulevées par le vent, en le revêtant d'un parement en maçonnerie ou en béton, ou tout au moins en pierres sèches sur couche de matériaux fins si la digue est de peu de hauteur. On exécute généralement ce revêtement suivant une série de gradins, dont la pente générale est de 45°, mais avec des bermes et des talus pour les facilités de l'entretien futur. Le talus aval lui-même, lorsque la digue est un peu haute, demande à être profilé par redans dont la pente s'adoucit en arrivant vers la base. Mais ici, on se borne à protéger la surface par un revêtement gazonné, avec un drainage de surface pour assainir les terres. La fig. 292 reproduit les dispositions de la digue du Bourdon, près de Saint-Fargeau, mise en service en 1904 pour l'alimentation du canal de Briare.

Ce type de profil ne convient du reste pas pour toutes les hauteurs, mais seulement pour les digues ne dépassant pas une quinzaine de mètres. Au-delà, et à partir d'une limite, dite hauteur critique ou dangereuse, variable avec chaque nature de terre, il faut briser l'inclinaison du talus amont en l'adoucissant davantage vers la base, parce que tel est le talus naturel d'éboulement des terres sous l'eau, qu'il convient d'imiter. La digue de Grobois, construite de 1898 à 1904, pour l'alimentation du canal de Bourgogne (fig. 293), a été établie suivant ces principes.

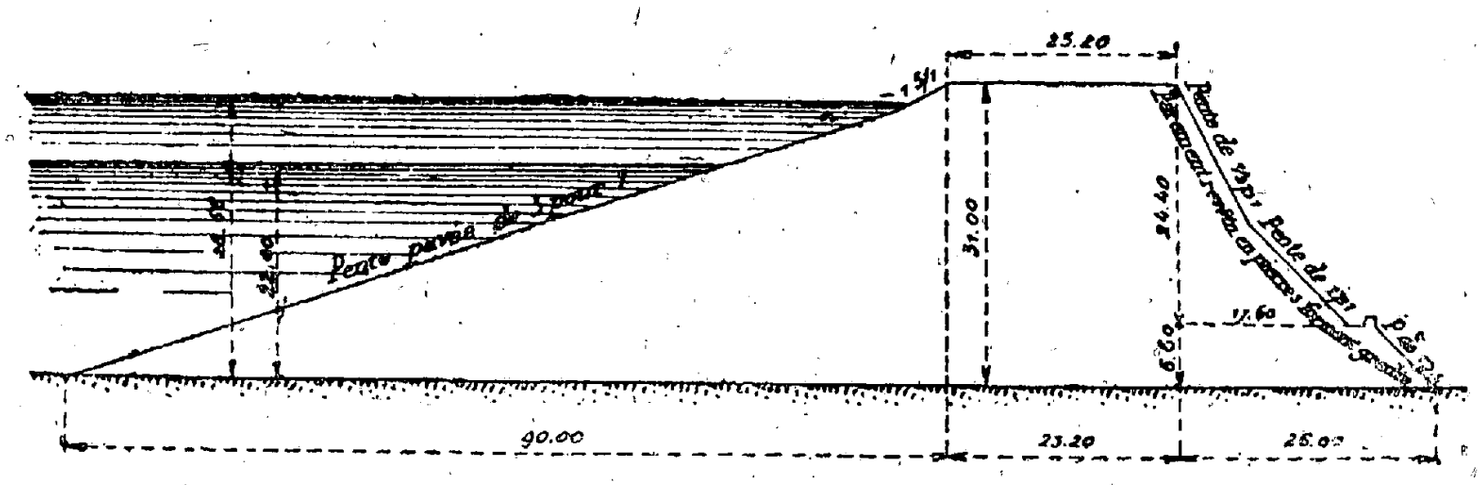


Fig. 291 — Cumman

Digues en terre du type anglais. — La forme générale des digues du type anglais, ne diffère pas sensiblement du profil français. Mais au lieu d'établir toute la masse en terres de choix et homogènes, on demande à un écran central, en argile corroyée, descendu jusqu'au terrain imperméable, d'assurer l'étanchéité, et on l'appuie et le protège en le flanquant de part et d'autre d'un massif en matériaux fins, généralement de même épaisseur que lui aux diffé-

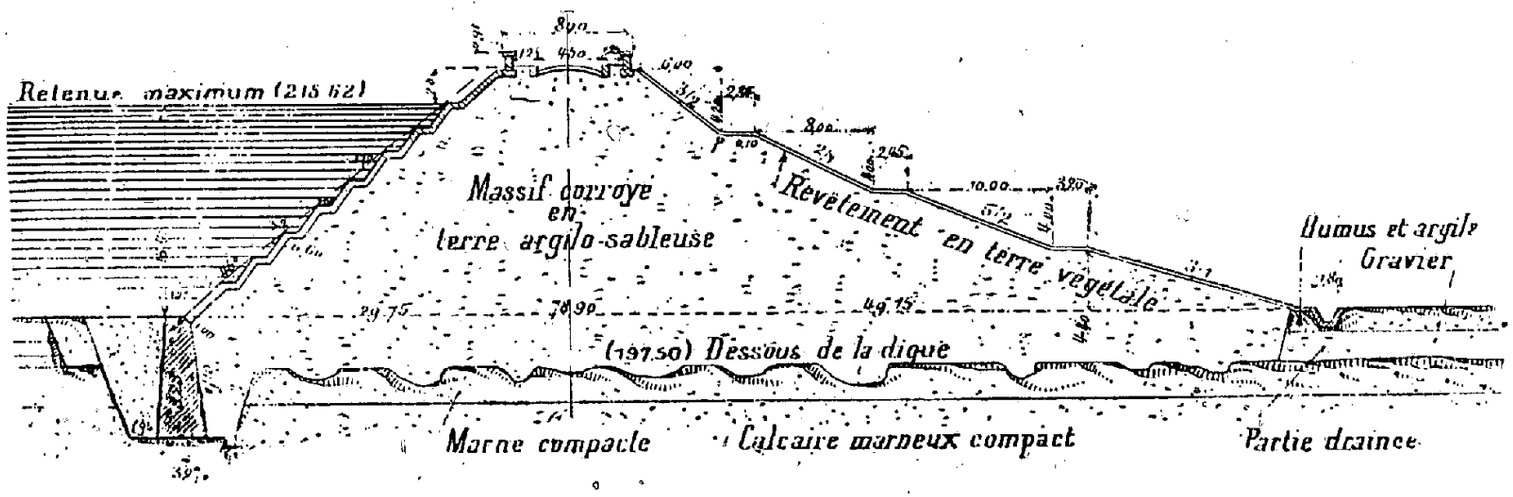


Fig. 292 — Le Bourdon

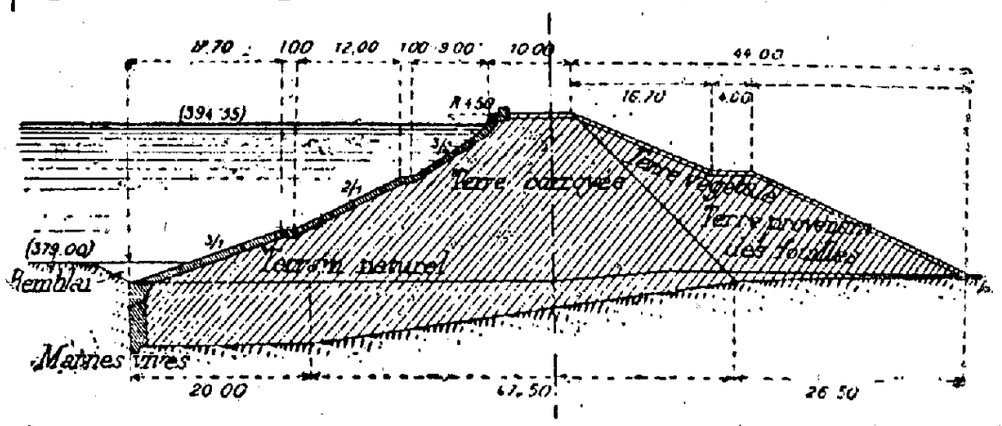


Fig. 293 — Grosbois

rents niveaux. Le reste du profil est ensuite exécuté avec des déblais tout venant, mais en leur donnant des talus très doux, notamment à l'amont ; ce qui fait que ces digues ont beaucoup plus d'empattement que celles du type français. La fig. 294 reproduit les dispositions générale du profil anglais. La fig. 295 s'applique à une digue de ce genre construite à Lœntsch, en Allemagne, de 1906 à 1909.

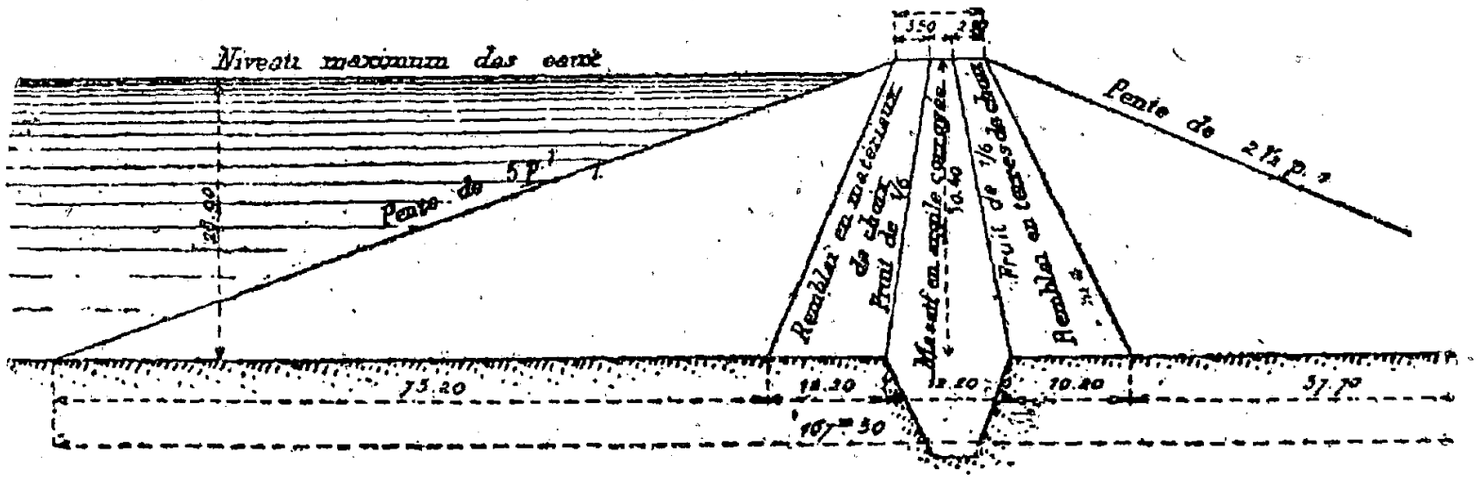


Fig. 294 — Profil anglais

Le profil français, modifié comme à Grobois pour les hautes digues, et le profil anglais, ont chacun leurs partisans. Si l'un est plus volumineux que l'autre, par contre il demande moins de terres de choix, ils paraissent pratiquement se valoir.

Digues en terre par remblayage hydraulique. — Dans ce profil, d'une application fréquente en Amérique, on construit les digues en établissant d'abord, en matériaux rocheux et graveleux, deux levées parallèles, distantes de la largeur qu'on veut donner à la future digue, dont elles constitueront les parois extérieures. On vient ensuite remblayer l'intervalle par des terres et graviers qu'apportent de puissants courants d'eau arrivant par des conduites disposées et réparties à la demande. Les débits d'apport sont d'abord projetés en jets puissants sur le front de la butte qui doit fournir les terres, pour les désagréger, en charger l'eau et les faire charrier par le courant jusqu'à la digue en construction. Les courants arrivent sur le côté intérieur des levées latérales, qu'ils colmatent par leurs gros apports, tandis que les matériaux plus fins sont entraînés en suspension vers le centre, et s'y déposent par décantation pour y constituer l'écran imperméable de la digue. Les eaux déchargées de leur débit solide et ne s'échappant pas par filtrage sont reprises et évacuées vers l'aval par des puits et d'autres conduites disposées symétriquement aux endroits voulus.

L'inconvénient du système est le défaut d'homogénéité de la masse. On y supplée en donnant une épaisseur considérable aux digues, dont on fait de véritables montagnes. N'empêche que parfois des poches d'eau s'y localisent, ramollissent les terres environnantes, et, sous la charge des terres supérieures, provoquent des éboulements de masse intéressant quelquefois des centaines de milliers de mètres cubes, qu'il faut reprendre et remettre en place. A la digue de Necaxa (Mexique), ayant 59 m. de hauteur, 16 m. 50 de largeur au sommet et

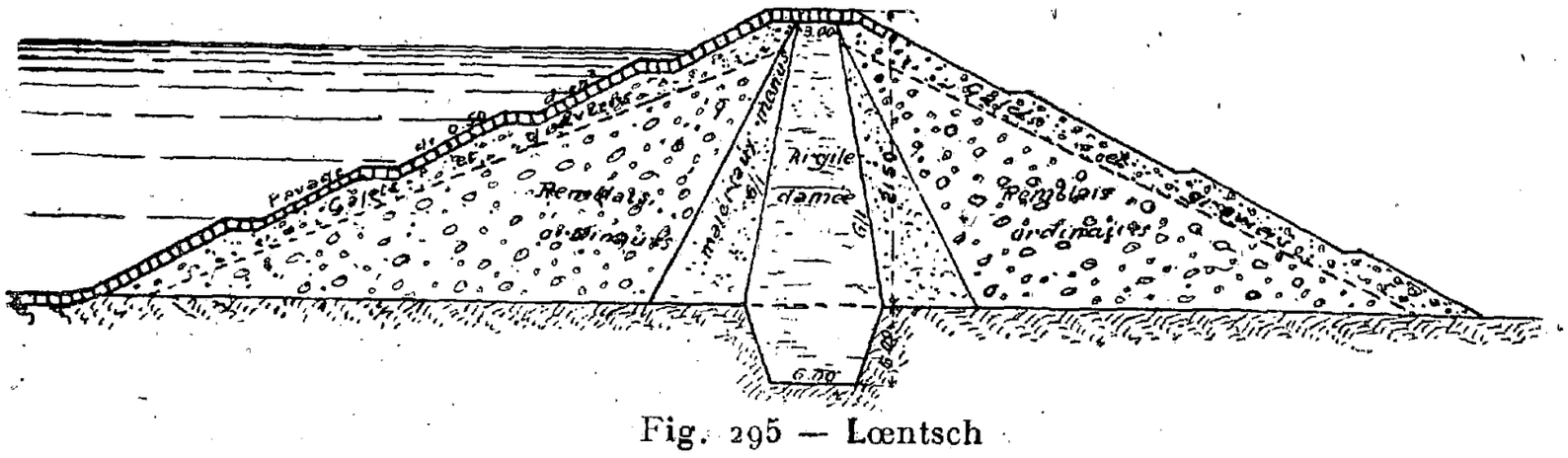


Fig. 295 — Lœntsch

291 m. à la base (fig. 296), un éboulement de ce genre, alors qu'elle était aux 9/10e exécutée et que son réservoir avait déjà été partiellement utilisé, porta sur 200 m. de longueur sur le

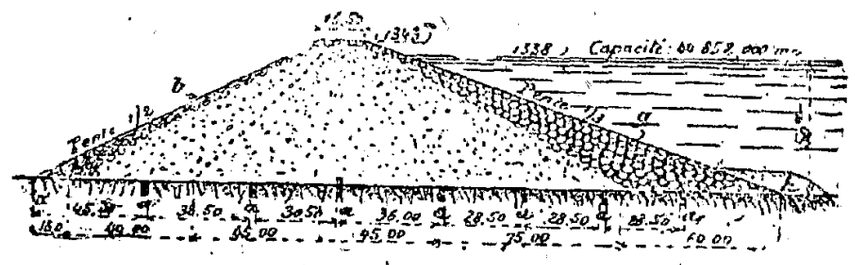


Fig. 296 — Nacaxa

côté amont et sur 550.000 m³ de terre, c'est-à-dire sur le tiers du volume de la digue. Un éboulement du même ordre se produisit en 1918 à la digue de Calaveras (Californie), la plus haute digue en terre du monde, avec ses 73 m. de hauteur, 370 m. de largeur à la base,

7 m. 60 en couronne, et qui était sur le point d'être terminée. La mare d'eau occupant le sommet de la digue, provoqua l'affaissement et le glissement de la partie centrale, côté

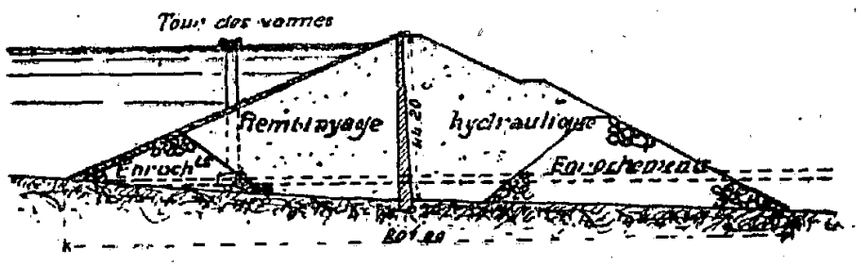


Fig. 297 — Priest

amont sur une trentaine de mètres de hauteur et environ 100 mètres de longueur. Quand on voulut rétablir le profil, les terres de la partie supérieure, trop molles, ne purent être réemployées.

La fig. 297 reproduit le profil de la digue de Priest, de construction toute récente, et qui, comme la précédente, fait partie du système alimentaire de la ville de San-Francisco. Elle comporte un écran central en béton, comme

Fig. 298 — Tremp-Seros

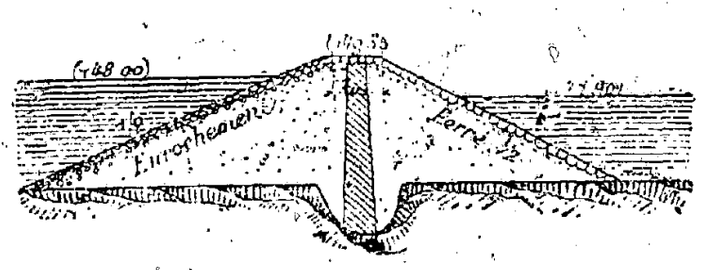


Fig. 299 — Solingen

dans les digues du type mixte dont il va être parlé.

Autres digues en terre. — Dans d'autres digues en terre, on s'est borné à assurer l'étanchéité par un massif, à l'amont, de terres argileuses corroyées descendant jusqu'au terrain imperméable qu'on a épaulé par le massif général en terres de remplissage et pierrailles. Telle est la digue de Tremp-Seros, en Espagne (fig. 298).

Digues mixtes à noyau central maçonné. — Dans ces digues, dites aussi du type américain ou allemand, le noyau central en argile corroyée du système anglais est remplacé par un écran central en maçonnerie ou en béton. Telles sont les digues de Solingen (Prusse) (fig. 299), d'Ashokan (Etats-Unis) (fig. 300).

Dans ce type, la présence de l'écran est une sujétion pendant l'exécution. D'autre part, en raison de son peu d'épaisseur et de la poussée supplémentaire qu'il subit de l'amont, il a tendance à s'incliner, à se fissurer et à laisser passer l'eau.

Digues mixtes du système Ambursen. — C'est le type précédent avec cette différence que l'écran est remplacé par un diaphragme en béton armé constituent tout une suite d'alvéoles visitables. La paroi amont forme le masque, la paroi aval lui sert d'appui par l'intermédiaire des cloisonnements qui les relient (fig. 301). Les suintements et infiltrations ne peuvent ainsi atteindre la paroi aval ; ils sont recueillis par un collecteur qui les évacue en dehors du barrage. Le corps de la digue est ensuite constitué par des remblais en pierrailles et terres ou bien encore en enrochements, comme à la digue de l'Oued el Kebir, construite de 1922 à 1925 en Tunisie (fig. 302).

Bien que constituant une sorte de barrage indépendant, ces diaphragmes en béton armé n'échappent pas complètement aux mouvements du masque plein des digues précédentes sous la poussée d'amont. Par contre, ils sont à l'abri des variations de température.

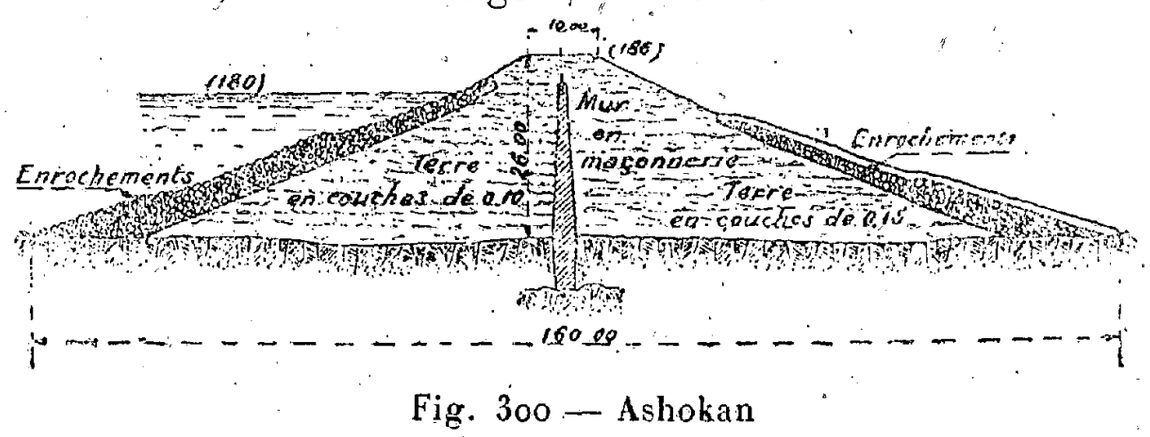


Fig. 300 — Ashokan

Autres digues mixtes. — Dans d'autres digues, et c'est le cas général, l'écran en béton armé n'est plus placé au centre du profil, mais sur le talus amont, sur lequel il repose par une fondation en béton, supportée elle-même par la

masse des terres ou d'enrochements du corps de la digue. L'écran est alors constitué, soit par un drain de cailloux, rangés à la main, entre deux épaisseurs de béton, comme à la digue

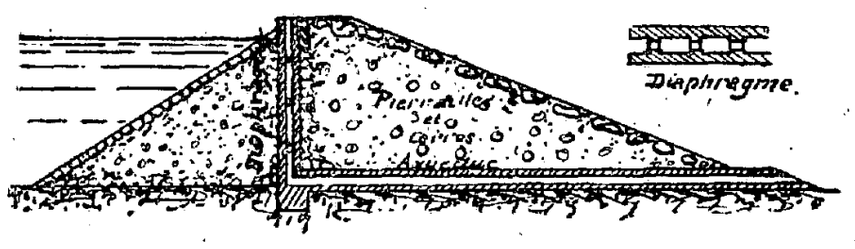


Fig. 301 — Digue Ambursen

d'Oredon (fig. 303), ou encore entre deux dalles de béton armé, soit simplement par un écran en béton armé drainé lui-même par des files de briques creuses, comme on l'a fait ensuite

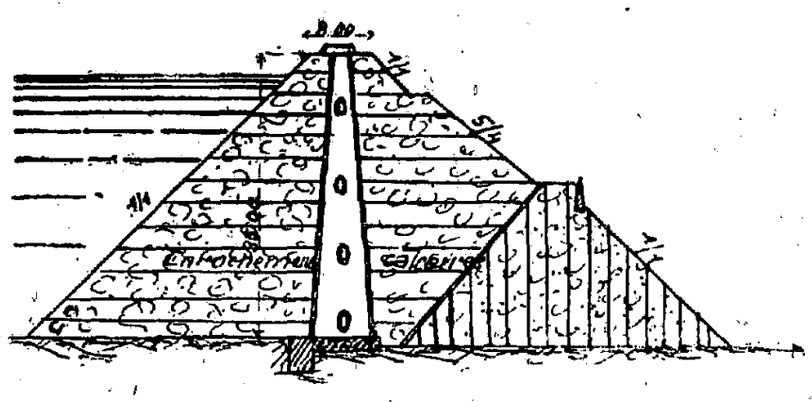


Fig. 302 — Oued el Kébir

à Oredon même pour remédier aux pertes du premier masque. A la base de l'écran, un aqueduc longitudinal collecte les eaux d'infiltration, qu'un aqueduc transversal conduit à l'aval. Un perré général à pierres sèches, recouvrant une chape de ciment ou de bitume, ou les deux, protège en outre la face amont.

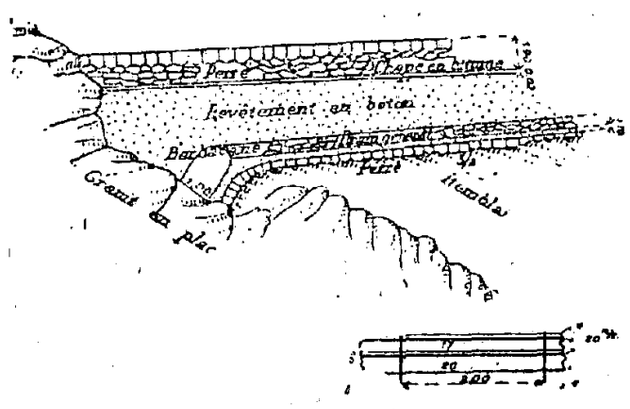


Fig. 303 — Orédon

Dans un autre type de digues mixtes, l'écran central, en maçonnerie ou en argile corroyée, est complété par des murs de soutènement à l'amont et à l'aval, gnéralement en pierres sèches à l'aval, et les intervalles sont remblayés suivant des talus plus ou moins doux pour constituer le corps de la digue. Tel est le barrage du Padulli, en Italie, représenté par la fig. 304. Telle est aussi notre vieille digue de Saint-Ferréol, construite par Riquet, de 1667 à 1671, au Col de Naurouze, pour l'alimentation du Canal du Midi. Dans cette digue, le mur central à 6 m. d'épaisseur sur presque toute sa hauteur de 40 mètres, avec un second mur de soutènement de 10 mètres à l'amont, et un troisième de 20 mètres à l'aval, les intervalles étant remblayés suivant des pentes très douces; ce qui donne une très grande largeur à la base. Aujourd'hui on ferait des économies de maçonneries sur ce profil, mais à l'époque on ne

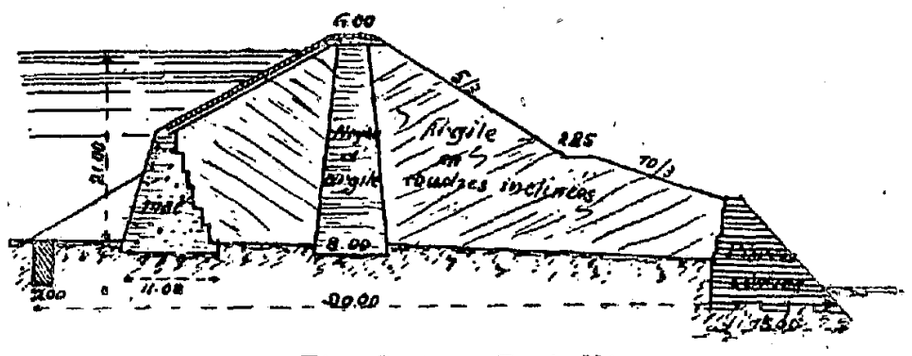


Fig. 304 — Padulli

disposait pas des bons liants et mortiers qu'on a maintenant à sa disposition.

Citons enfin les digues, comme celle de Kabra, dans l'Inde (fig. 305), dans lesquelles la maçonnerie est concentrée en un seul mur de soutènement à l'amont, épaulé par le massif des terres en arrière, à la façon d'un bajoyer d'écluses.

Digues en enrochements. — Dans ces digues, la masse de l'ouvrage est constituée par des enrochements tout venant, déchargés pêle-mêle sans autre soin que de chercher à placer les

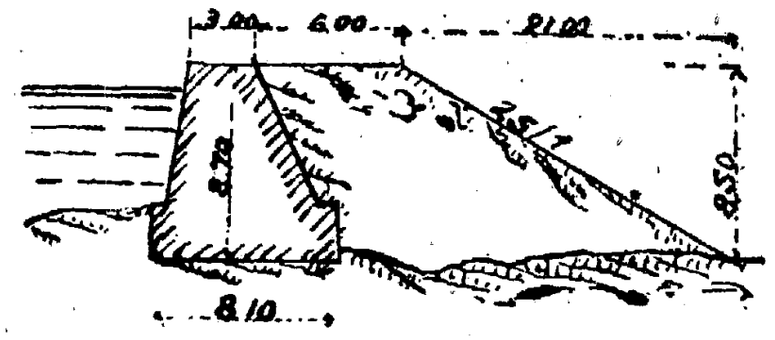


Fig. 305 — Kabra

petits matériaux au centre et qu'on arrime suivant le profil voulu, soit de part et d'autre du diaphragme d'étanchéité s'il est au milieu comme à la digue de l'Oued el Kébir (fig. 302), soit en fondation du masque s'il est placé à l'amont, ainsi que cela a lieu généralement, comme à la digue de Strawberry (Californie) (fig. 306). Dans ce dernier cas, il faut soigner la mise en place des matériaux au voisinage de l'écran pour éviter des tassements qui pourraient le faire rompre. Dans ces digues, qui conviennent aux régions où la main-d'œuvre fait défaut et où la température est rigoureuse, on supplée par la quantité de matériaux mis en œuvre à la qualité de l'exécution. Mais on peut réduire considérablement le profil, comme on l'a fait en Italie notamment, en exécutant à la main une véritable maçonnerie à pierres sèches parementée comme une maçonnerie d'assises.

II. — Barrages en maçonnerie.

Barrages-poids. — Quand on parle barrages, c'est généralement des barrages en maçonnerie (ou béton) qu'on veut parler, parce qu'ils sont de beaucoup les plus nombreux et que c'est ce type qui a permis de créer les plus grandes retenues qui existent. D'ailleurs, c'est le plus sou-

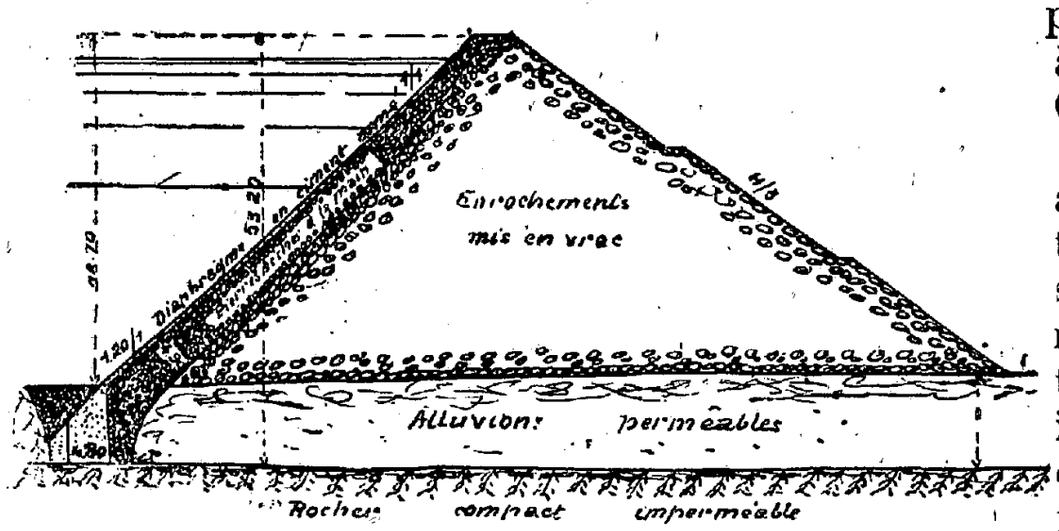


Fig. 306 — Strawberry

vent sous le nom de digues que l'on désigne les barrages en terre, mixtes, ou même en enrochements que nous venons de voir.

Le mot « barrage » suffit par lui-même à définir le rôle de ces ouvrages. On barre la route au débit d'une rivière ; on oblige ses eaux à s'emmagasiner à l'amont, en relevant peu à

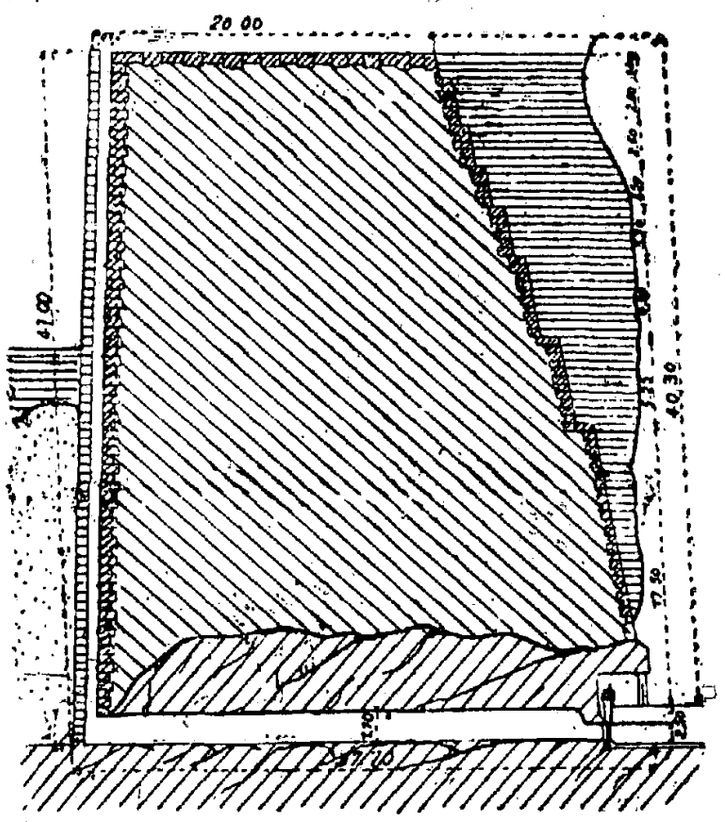


Fig. 307 — Alicante

peu leur niveau jusqu'à ce qu'il atteigne le sommet du barrage, ou plus exactement la crête de son déversoir au-dessus duquel les eaux retrouvent un écoulement libre vers l'aval.

Au point de vue de leur forme et de leur masse, les barrages en maçonnerie ou béton se divisent en deux catégories : les barrages-poids et les barrages-voûtes.

Les barrages-poids sont ceux qui résistent à la poussée de l'eau uniquement par leur masse, chaque tranche du barrage ayant à faire face à la charge d'eau qui correspond à son épaisseur.

Mais si le barrage est très court et en même temps très arqué, c'est-à-dire, courbe en plan suivant un petit rayon, alors il résiste à la poussée horizontale de l'eau du réservoir à la façon dont une voûte de pont résiste aux charges verticales. On verra qu'alors son épaisseur peut être considérablement réduite par rapport à celles des barrages-poids et à hauteur égale. C'est le barrage-voûte.

Les barrages en maçonnerie ne sont pas très anciens. Les premiers en Europe ont été construits en Espagne il n'y a guère plus de trois siècles. Il est vrai qu'il s'y multiplièrent assez rapidement pour assurer des services d'irrigation, et dès le début on y aborda des hauteurs importantes, sans suivre d'ailleurs de règle pour en fixer l'épaisseur et en répartir la maçonnerie suivant les efforts à supporter. Tel est le

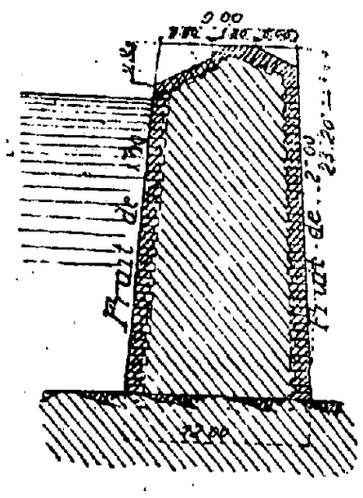


Fig. 308 — Elche

barrage d'Alicante (fig. 307), construit à la fin du seizième siècle.

Cependant, déjà dès cette époque, les constructeurs se rendaient compte du supplément de résistance que la forme en arc donnait aux barrages de peu de longueur. C'est ainsi que

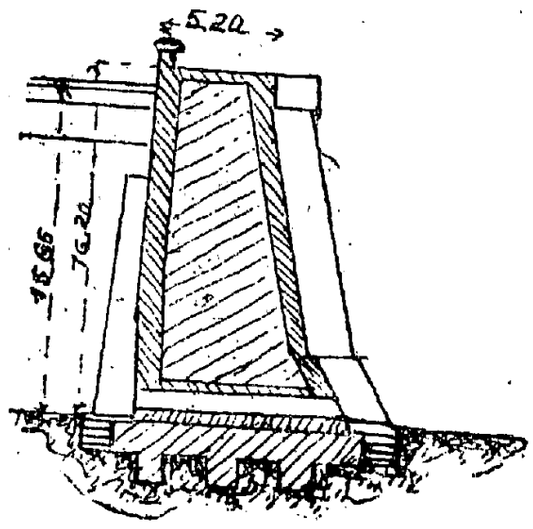


Fig. 309 — Lampy

le barrage d'Elche (fig. 308) contemporain du précédent et construit suivant un rayon de seulement 62 m. 60, ne recevait qu'une épaisseur de 9 m. en couronne au lieu de 20 m. à Alicante.

En France, le plus ancien barrage en maçonnerie est celui de Lampy (fig. 309), construit de 1777 à 1780, pour l'alimentation du bief de partage du canal du Midi. Puis vinrent de 1830 à 1838, Grosbois et Chazilly, pour l'alimentation du canal de Bourgogne, où on disposa à l'amont du profil des gradins qui auraient dû être à l'aval (fig. 310). Il fallut du reste les consolider par de puissants contreforts à l'aval parce que les murs fléchissaient sous la charge

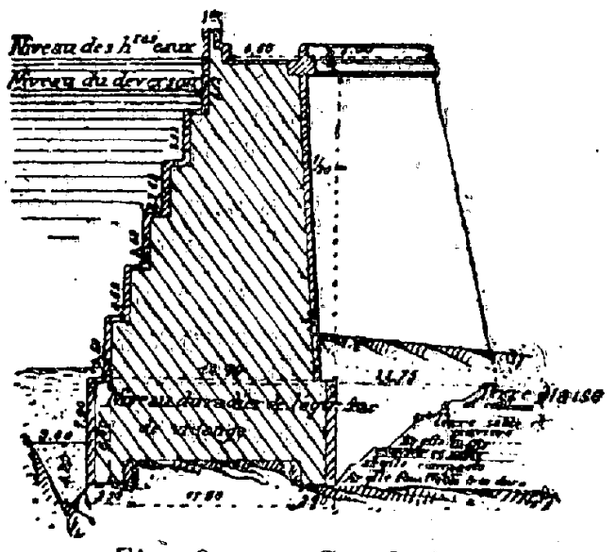


Fig. 310 — Grosbois

d'eau et se lézardaient d'une façon inquiétante. A peu près au même moment, de 1830 à 1842, on construisit les barrages de Vioreau, Glomel et Bosmeléac, sur le canal de Nantes à Brest, puis en 1855-1858 le barrage des Settons (fig. 311), sur la Cure, affluent de l'Yonne, pour l'alimentation du canal de Bourgogne.

Le barrage des Settons a terminé, peut-on

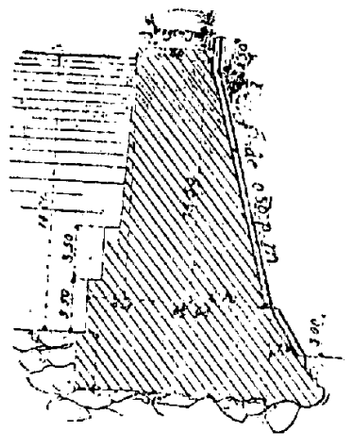


Fig. 311 — Settons

dire, la série des anciens barrages. C'est qu'en effet, ceux qui suivirent furent construits suivant une vue de profils montrant qu'on avait enfin aperçu les règles qui devaient désormais présider à la construction des barrages-poids.

C'est le remarquable barrage du Furens (fig. 312), construit de 1861 à 1866, à 7 km. en amont de Saint-Etienne, qui est, en fait, le premier spécimen de la nouvelle école, le prototype des barrages qu'on a exécutés par la suite, tant en France qu'à l'étranger. C'est qu'on y a appliqué ces deux règles principales : qu'il faut qu'en aucun point de l'ouvrage, tant en charge qu'à vide, il n'y ait pas travail à l'extension, et que le travail de compression ne dépasse nulle part la limite pratique de la résistance de la maçonnerie avec lequel il est construit.

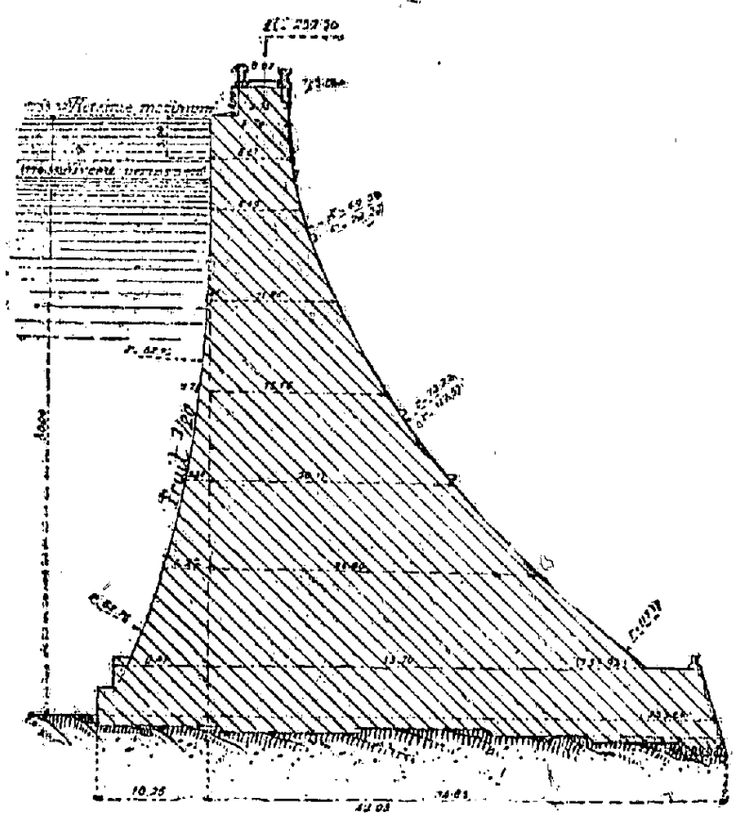


Fig. 312 — Furens

Le barrage du Furens, dénommé aussi du Gouffre d'Enfer, bien qu'il soit construit dans une partie de vallée réellement jolie et pittoresque, opère une retenue de 50 mètres de hau-

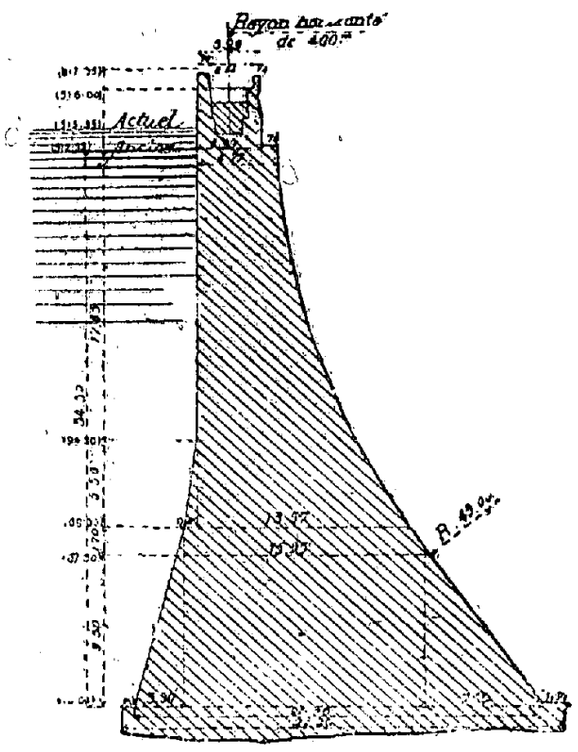


Fig. 313 — Ternay

teur, avec 100 mètres de longueur en couronne et 252 m. 50 de rayon. Son profil est formé par une série de courbes qui en augmentent progressivement l'épaisseur, faiblement à l'amont, rapidement à l'aval, de manière à rester dans les limites voulues comme travail de maçonnerie.

Presque aussitôt suivirent des barrages de même importance, reproduisant le profil effilé de celui du Furens, ou même l'accentuant un peu parce qu'on y adoptait des taux limite de travail un peu plus élevés. Ce fut : Ternay (1861-1867) (fig. 313), pour l'alimentation d'Annonay, où on trouve à l'aval, le redan du couronnement qu'au Furens on avait réservé à l'amont,

et où, en 1875, on portait la pression maximum de 9 k. 3 à 12 k. par relèvement du plan d'eau de 1 mètre ; la Rive ou le Ban, près de Saint-Chamond, (1866-1870), construit aussitôt après celui du Furens, dont il reproduisait le profil, mais avec une limite de travail plus forte de 2 k. par cm² ; le Pas-du-Riot (1873-1878), qui vient immédiatement en amont du réservoir du Furens pour en augmenter la réserve ; le Pont (1878-1881) sur l'Armançon, près de Semur, pour l'alimentation du canal de Bourgogne, comportant à l'aval huit contreforts de 3 m. de saillie répartis sur ses 150 mètres de longueur ; Bouzey (fig. 314) mis en service en

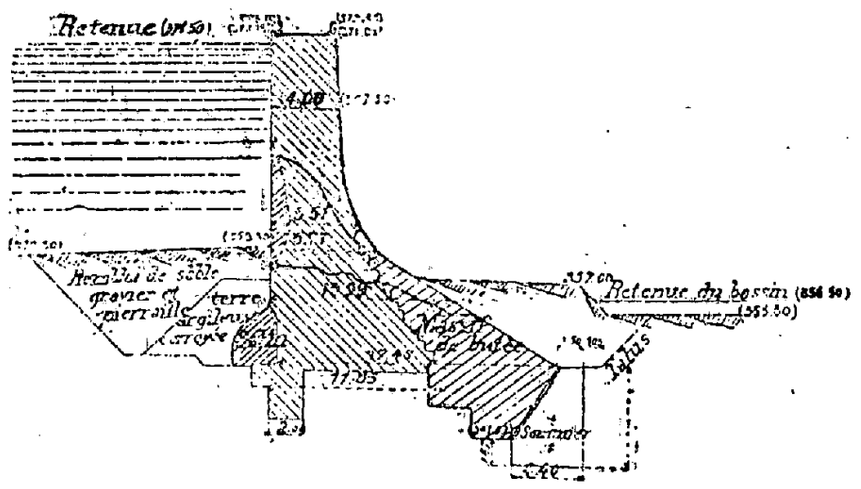


Fig. 314 — Bouzey

1884 pour le même canal, renforcé en 1888, comme on le voit sur la figure, puis emporté en 1895 et dont la rupture, après avoir fait couler des flots d'encre, a fait préciser encore les méthodes de calcul des barrages ; la Mouche (fig. 315) (1885-1890) pour l'alimentation du canal de la Marne à la Saône, avec un viaduc architectural de 40 arches de 8 m., accolé sur la paroi aval pour livrer passage à un chemin de 7 m. 60 de largeur, alors que le cou-

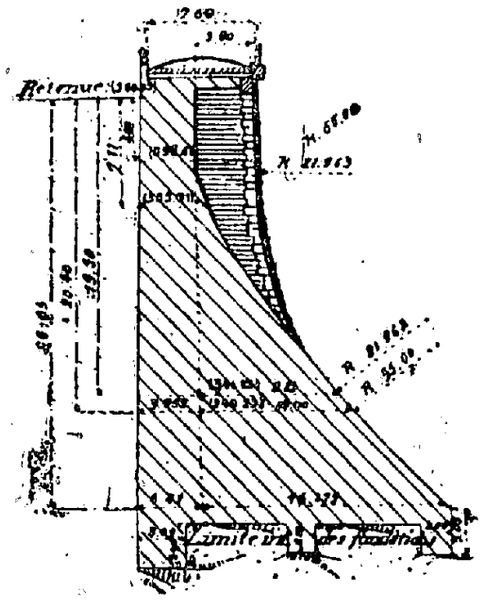


Fig. 315 — La Mouche

ronnement n'a que 3 m. 50 ; Chartrain (fig. 316) (1888-1891) qui avec son arcature de voûtes en ogive de 6 m. 50 d'ouverture, 2 m. de profondeur, a été donné à l'époque comme le meilleur spécimen du type français ; l'Echapre (1894-1898), Cotatav (1900-1904), l'Ondenon (1901-1904) pour l'alimentation de Firminy, Chambon, Fougerolles et la Ricamarie ; la Sioule (Puy-de-Dôme) (1902-1904) pour fournir l'énergie à une usine accolée à sa face aval ;

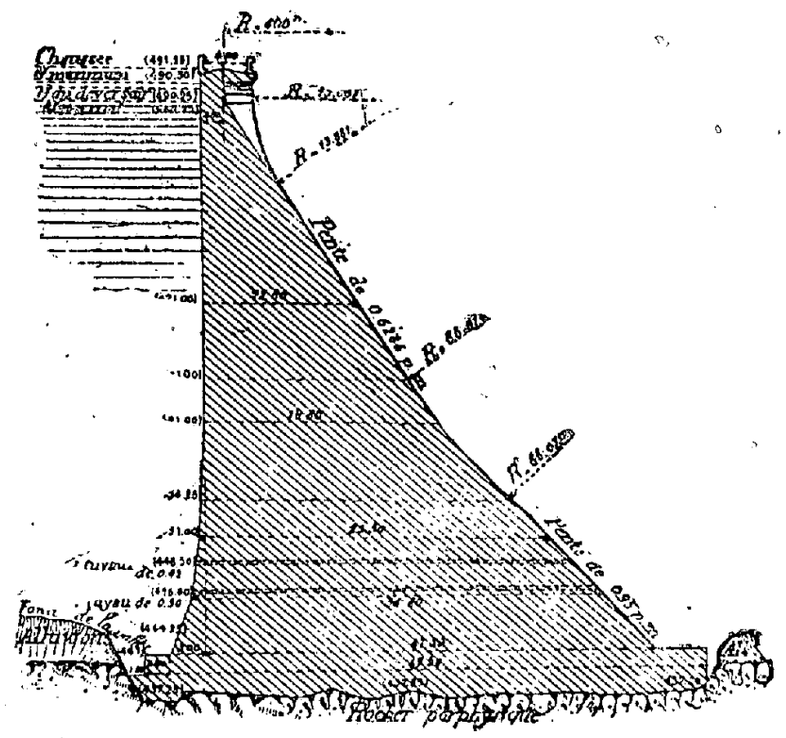


Fig. 316 — Chartrain

la Turdine (1903-1906) pour l'alimentation de Tarare ; Teillet, sur le Cher, à 14 km. en amont de Montluçon, à la fois pour le service d'une

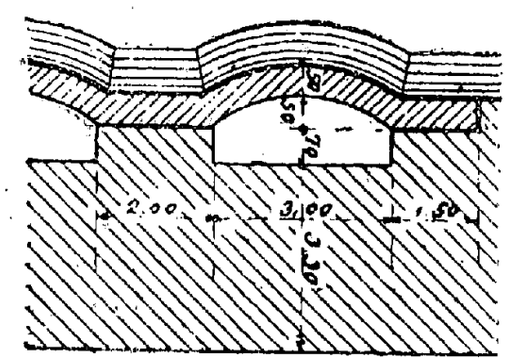


Fig. 317 — La Bouillouse. Masque

usine, alimenter la ville et régulariser les crues de la rivière ; la Bouillouse (1904-1910) pour fournir l'énergie du chemin de fer électrique

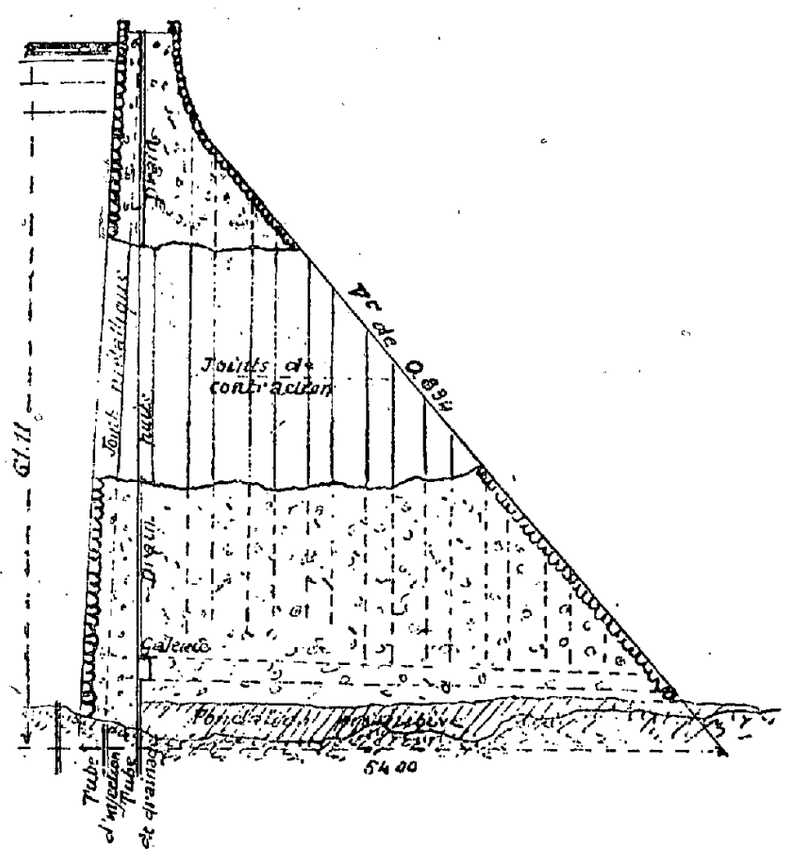


Fig. 318 — Eguson

de la Cervagne et qui comporte sur la face amont un masque en maçonnerie (fig. 317) mé-

logeant, tous les 5 mètres, des puits de 3 mètres sur 1 m. 20 de vide pour que les eaux

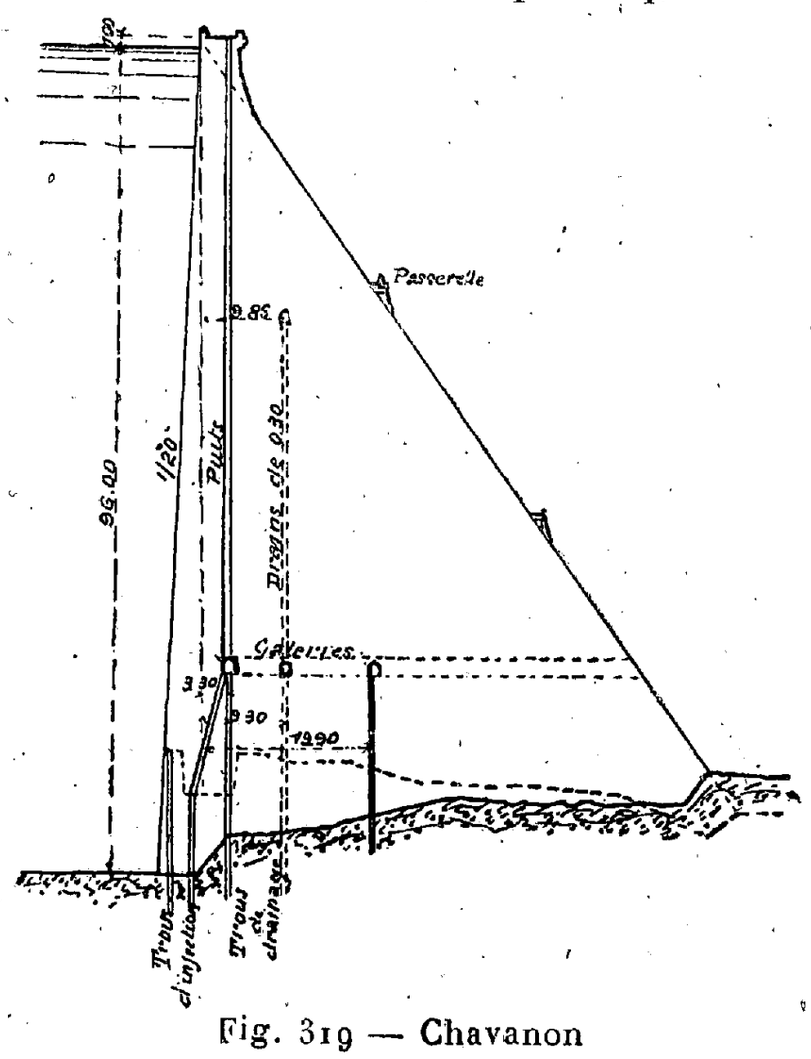


Fig. 319 — Chavanon

traversant le masque puissent s'y détendre et ne pas charger le massif principal du barrage ;

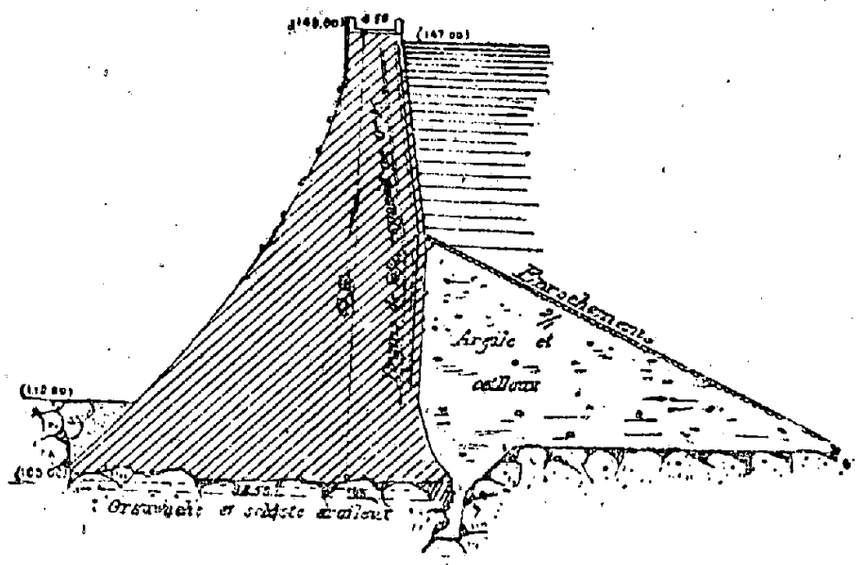


Fig. 320 — Solingen

Dardennes (1909-1912) pour l'alimentation de Toulon ; la Valette, sur le Lignon, pour con-

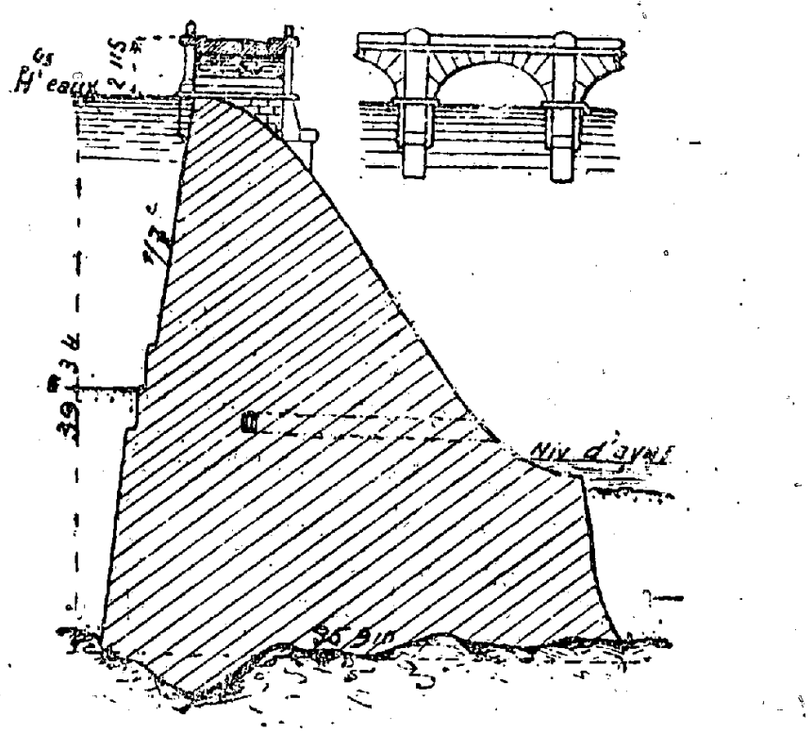


Fig. 321 — Wyrnwy

courir à l'alimentation de Saint-Etienne, et quelques autres.

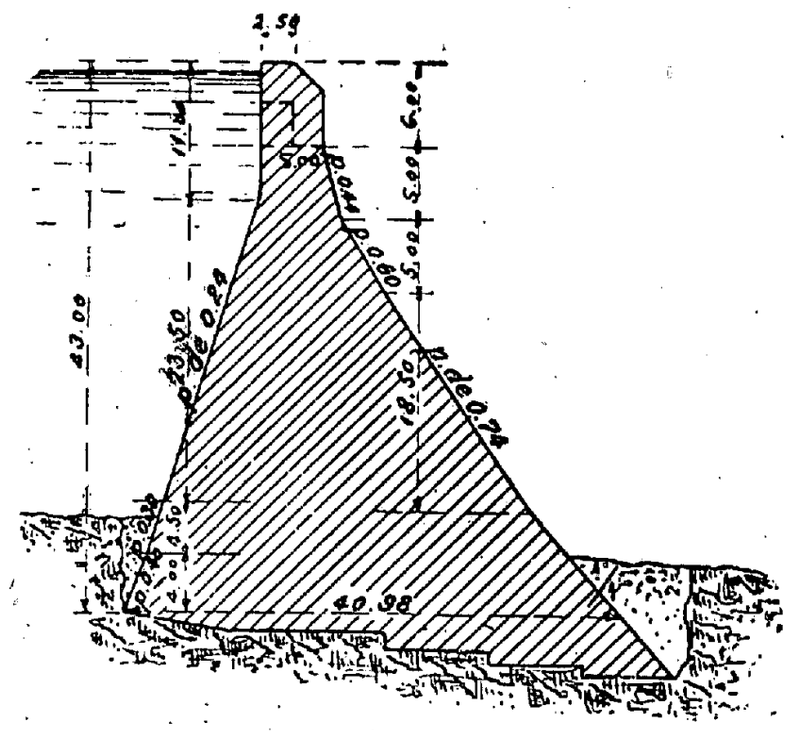


Fig. 322 — Lagolungo

Nous terminerons cette énumération rapide par le barrage d'Eguzon, construit de 1922 à

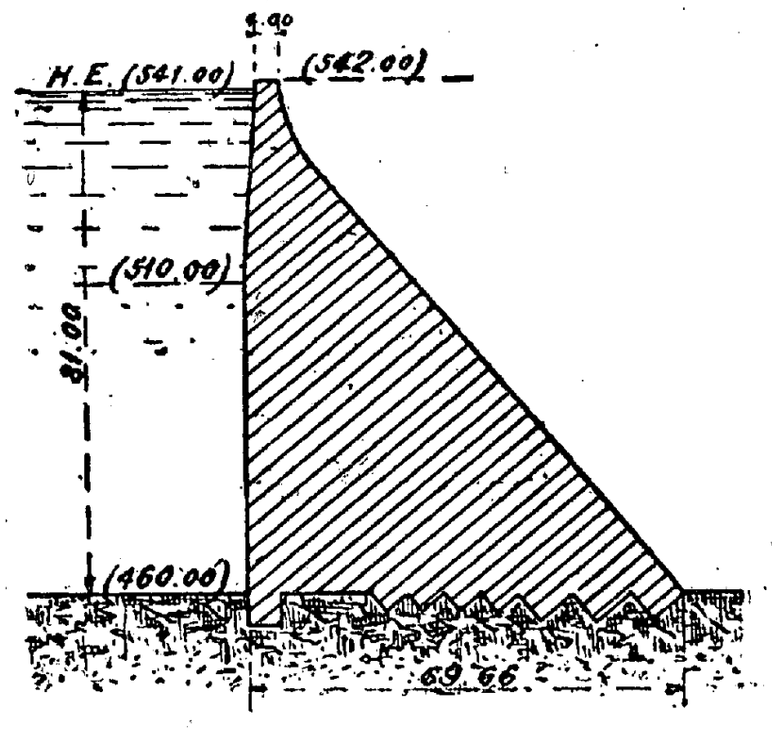


Fig. 323 — Tremp

1925, sur la Creuse (fig. 318), pour la fourniture de l'énergie électrique aux lignes du P.O.,

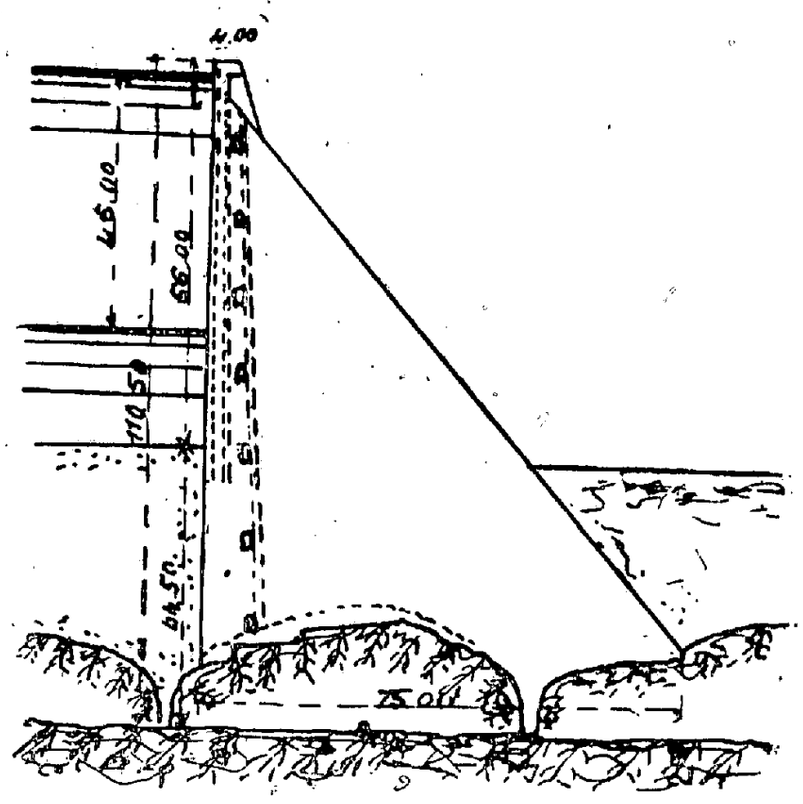


Fig. — Waggital

et par celui de Chavanon (fig. 319) sur la rivière de ce nom, affluent de la Dordogne, dont la construction, après avoir été suspendue depuis trois années, les fondations étant achevées,

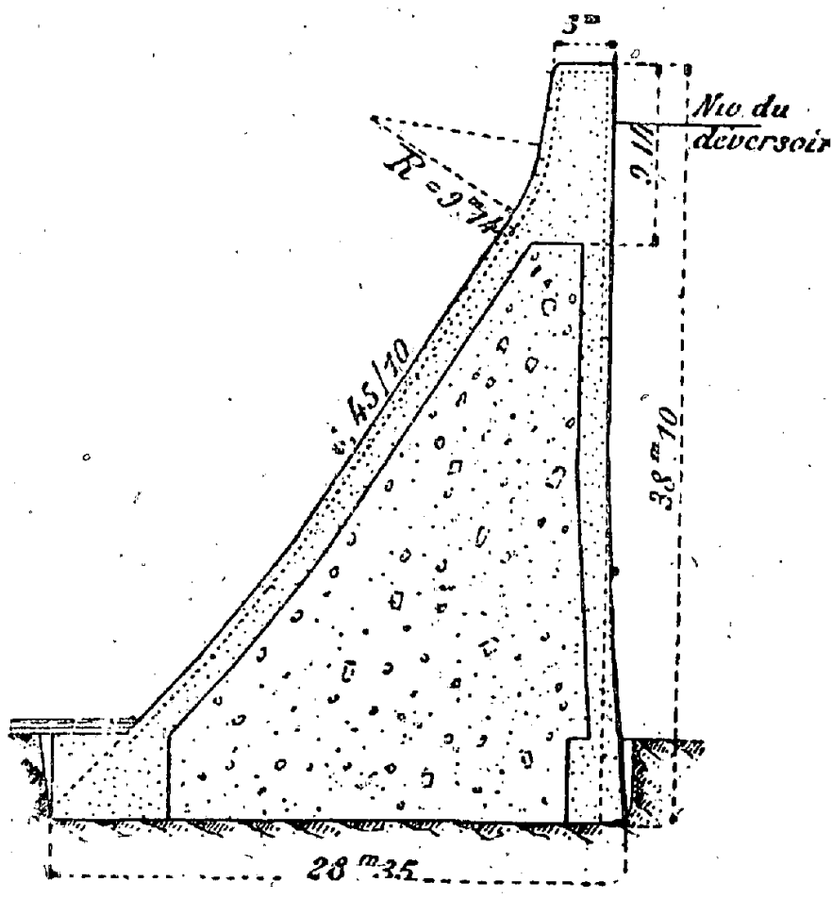


Fig. 325 — Brisbane

ne peut être que très certainement reprise d'un jour à l'autre.

Si on rapproche ces différents profils de ceux des premiers barrages espagnols, on voit quel chemin a été parcouru dans la bonne utilisation des maçonneries employées à la construc-

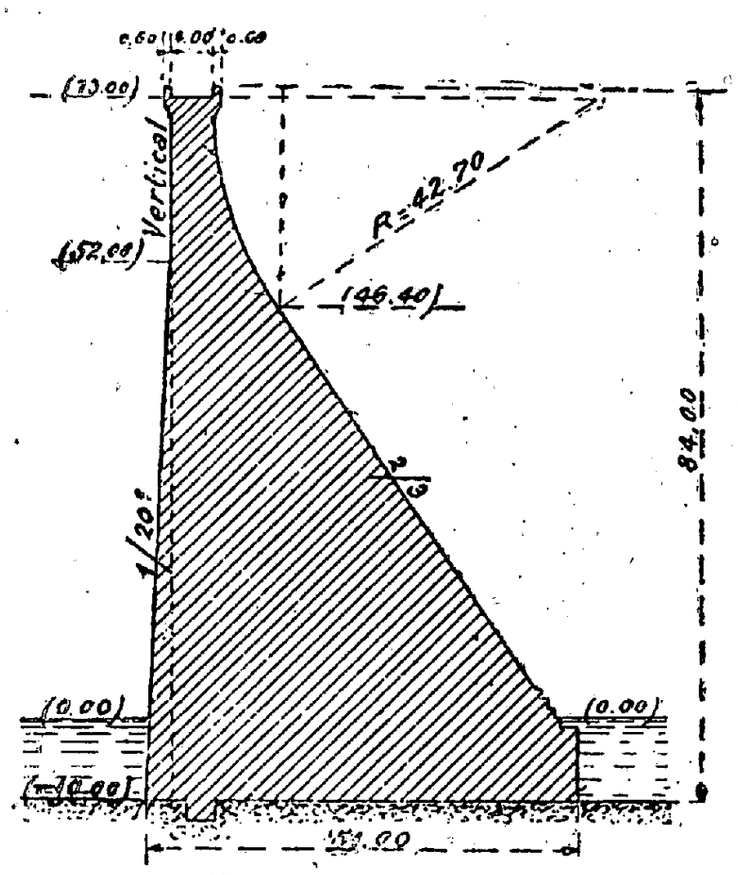


Fig. 326 — Roosevelt

tion des barrages. Des économies de 20 à 60 o/o y auraient été en effet possibles sans augmenter le taux maximum du travail de la maçonnerie, et même en le diminuant, car là, comme en beaucoup de choses, les maçonneries inutiles ont parfois un effet nuisible comme chargeant inutilement d'autres maçonneries inférieures.

Comme on vient de le voir, la construction des barrages en maçonnerie a pris un grand développement en France au cours du dernier demi-siècle. Ce n'est là du reste qu'un commencement, car, avec les distributions d'énergie électrique et le besoin d'économiser nos

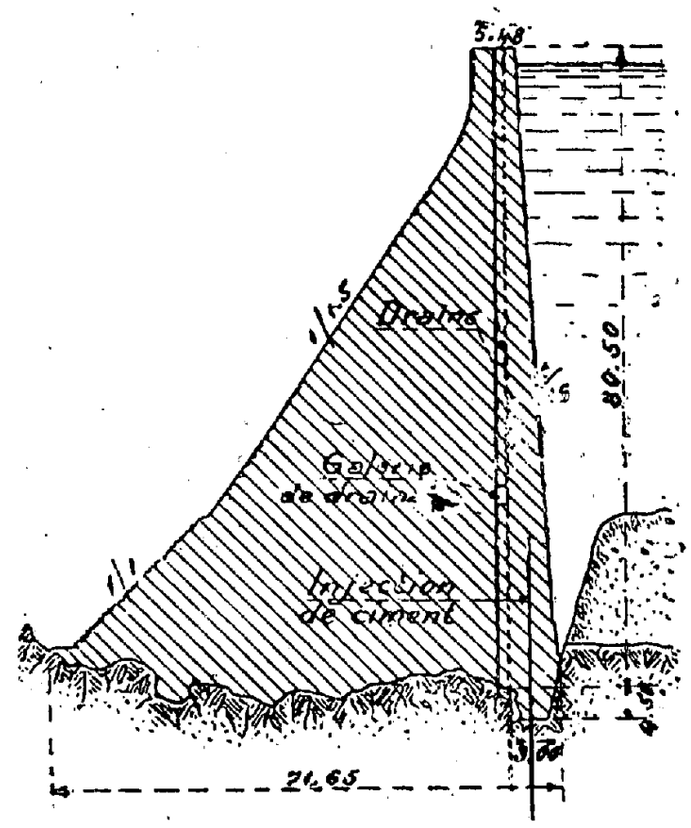


Fig. 327 — Elephant Butt

mines de houille, la construction de nouveaux barrages ne pourra que s'amplifier encore au grand profit des industries et de la prospérité générale du pays.

Mais c'est à l'étranger, et principalement aux Etats-Unis, que les barrages se sont multipliés

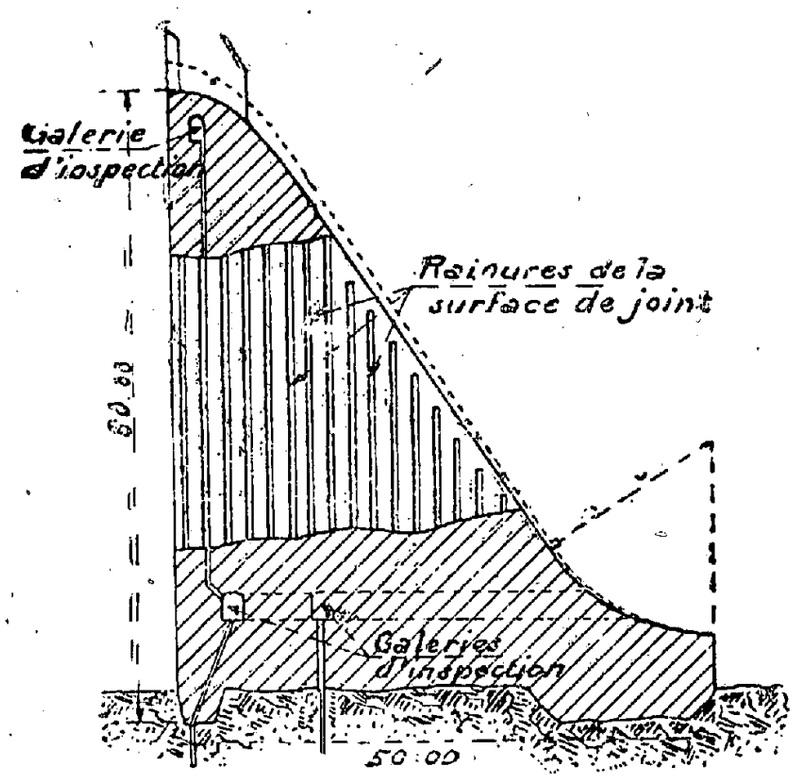


Fig. 328 — Yadkin River

rapidement, sous toutes les formes et avec des hauteurs de plus en plus grandes : barrages de Solingen (fig. 320), de l'Urft, de Marklina, de la Möhne, de Mauer, de Remscheid, en Allemagne, de Wyrnwy (fig. 321), de Thirlmère en Angleterre, de la Gileppe en Belgique, de François-Joseph en Autriche, de Lavezze, Lagolungo (fig. 322), Badana, Le Mesce en Italie, El-Villar, Prince-Alphonse, Tremp (fig. 323) (82 m. de

hauteur), Camarasa (90 m.) en Espagne, Barberine (80 m.), Waggital (fig. 324) (112 m.) en Suisse, Peryard dans l'Inde, Cataract-River, Berrinjuck, Brisbane (fig. 325), Barren-Jack en Australie, Boquillon (110 m.) au Mexique, San Matéo, Croton (90 m. 50), Jersey, Wachussèt, Roosevelt (fig. 326) (84 m. 90), Olive Bridge, Eléphant-Butte (fig. 327) (93 m.), Kensico (91 m. 50), Arrowrock (107 m.), Whithney, Barret, Hetch-Hetchy (90 m.), Don Pedro (85 m.), Yadkin-River (fig. 328) aux Etats-Unis, et tant d'autres.

A la vérité, tous ces barrages sont de forme à peu près identique, et semblables aux barrages français, avec parement amont à peu près vertical et parement aval suivant des pentes de 0,60 à 0,80, parce que, comme nous l'avons dit, on est aujourd'hui fixé sur les règles à observer et qu'il n'y a pas deux manières d'y satisfaire économiquement.

On peut même ajouter que, ces dernières années, le profil des barrages-poids s'est pour ainsi dire définitivement fixé suivant la forme dite triangulaire, d'après laquelle le parement aval est limité par une ligne de pente unique, partant du sommet du triangle, au niveau du plan d'eau sur le parement amont et donnant par son inclinaison l'épaisseur du barrage à chaque niveau. On vient ensuite coiffer le sommet du triangle d'un couronnement ayant la largeur voulue pour établir la voie de communication qui toujours relie les deux rives des barrages.

(*A suivre.*)

SUR L'AÉRATION DES LOCAUX ET HABITATIONS

par **V. NEVEUX**
Ingénieur des Arts et Manufactures

Pour renouveler l'air des pièces, afin de remplacer par de l'air frais riche en oxygène l'air vicié par l'habitation, on a recours couramment à l'ouverture partielle ou totale des fenêtres. On considère aussi l'utilisation des cheminées de chauffage comme un moyen automatique produisant une circulation continue, avec arrivée ou refoulement par le tuyau formant cheminée. Enfin, pour les pièces de grandes dimensions comme les salles de réunion, on adopte l'aération artificielle à l'aide de ventilateurs, aspirant ou refoulant l'air de la salle. Nous allons examiner séparément chacun de ces procédés et démontrer qu'ils ne procurent qu'un renouvellement d'air partiel, incomplet et tout à fait insuffisant.

Tout d'abord, voyons la composition de l'air enfermé :

Par suite de la respiration et de l'échauffement de l'air, il se forme une couche supérieure près du plafond, constituée par les gaz les plus chauds et les plus légers ; tandis qu'au-dessus du plancher, nous avons une couche constituée par les gaz lourds et renfermant, entre autres de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau.

Si nous ouvrons alors une fenêtre, étant donnée la disposition couramment adoptée, nous laisserons une couche contre le plafond, au-dessus de l'ouverture et une autre contre le plancher, à moins qu'il ne s'agisse d'une porte-fenêtre, donc descendant jusqu'en bas ; mais, même dans ce cas, le renouvellement d'air ne pourra être complet. Evidemment, l'air chaud, en s'échappant par la partie supérieure de la fenêtre, permettra à une quantité égale d'air d'entrer dans la partie inférieure, mais ce déplacement ne se fera ni en profondeur, ni en largeur ; et il est facile de constater, dans les pièces humides, que les angles et les parties éloignées de l'ouverture conservent une humidité persistant malgré tout. Le courant d'air de la largeur de la fenêtre pénètre plus ou moins profondément, suivant que l'air extérieur est calme ou agité ; mais ce courant d'air pénètre de même manière qu'un cours d'eau se jetant à la mer, c'est-à-dire qu'il avance, en conservant ses dimensions, ne faisant qu'entraîner le fluide dans lequel il pénètre, les molécules d'air en mouvement, malgré leur vitesse, ne pouvant vaincre l'inertie des couches voisines. Tout le monde a remarqué cet effet visible, lorsqu'un jet boueux, un ruisseau, une rivière, arrive au milieu d'une masse d'eau limpide, le courant reste visible sur un long parcours, s'épanouit, mais les masses d'eau limpide, de chaque côté ne sont pas troublées. Nous n'enlèverons donc, par l'ouverture des fenêtres, qu'une fraction plus ou moins importante de l'air vicié, ce renouvellement dépendant de la largeur de la fenêtre par rapport à la pièce, et du vent en ce qui concerne la profondeur de celle-ci. Sans vent, un équilibre ne tarde pas à s'établir entre l'air extérieur et l'air

intérieur. De toutes façons, dans les angles, l'air ne participera pas au mouvement ; même si l'on pouvait ouvrir et faire pénétrer l'air sur deux faces opposées, on créerait ainsi un courant d'air plus violent, balayant tout devant lui, qui serait intolérable et pourtant n'arriverait pas à nettoyer les angles de l'air vicié, inerte, mort, qui s'y trouverait.

Nous constaterons les mêmes phénomènes si nous examinons l'aération par les cheminées, mais alors plus accentués. S'il y a du feu allumé, les gaz chauds, en s'élevant dans la cheminée, feront bien un appel d'air extérieur ; mais si nous agitons un peu de poussière, et éclairons convenablement, nous remarquerons qu'il existe un courant direct venant de l'entrée d'air (fentes de la fenêtre ou de la porte, généralement) ; ce courant a des dimensions faibles ; l'air se presse d'arriver à la cheminée et fend l'air, comme le ferait un boulet. Si vous êtes placés sur le parcours, vous constatez une sensation de froid, que vous n'auriez pas si vous vous placiez en un autre point de la pièce, ce qui démontre bien que le renouvellement d'air n'est que partiel. Mais ces conditions sont souvent aggravées par les occupants gênés par ce courant d'air froid allant de la fenêtre à la cheminée ; ils obstruent les fentes par des bourrelets ou autres dispositifs, et la rentrée d'air nécessitée par l'appel de la cheminée se fait parfois par une autre cheminée sans feu. L'air qui traversera la pièce aura donc ramassé les poussières ou la suie de cette cheminée quand il n'entraînera pas, en surplus, des gaz nocifs de combustion aspirés en haut de la cheminée, au voisinage d'autres tuyaux d'évacuation de fumées.

Le cas que nous venons d'examiner est celui de la saison froide où une circulation est créée par le foyer allumé ; mais, en été, l'ouverture de cette cheminée est fréquemment bouchée ; en tous cas, la circulation est peu active quand elle n'est pas nulle. L'air extérieur étant chaud, il peut se former au milieu de la cheminée une sorte de tampon constitué par des gaz maintenus en place, sous l'effet de ceux plus chauds extérieurs ou venant de la pièce, qui se mettent en équilibre. On estime, en effet, qu'il faut au moins une différence de température de 16 à 24 degrés pour qu'une cheminée fonctionne normalement ; et ces conditions sont rarement remplies, sans foyer de combustion.

Si nous abordons alors la ventilation artificielle, nous examinerons deux cas : ventilation directe ou ventilation renversée. Dans le premier cas, le mouvement de l'air produit artificiellement fait rentrer l'air près du plancher et l'évacue près du plafond. Il se créera alors des courants entre l'entrée et la sortie, et, comme nous l'avons expliqué précédemment, le renouvellement d'air n'aura lieu que sur le parcours de ce courant ; de plus, les gaz lourds étalés sur le plancher ne seront que difficilement soulevés et seront rejetés sur les côtés, dans les angles et les parties de la pièce, non atteints par l'air en mouvement.

C'est pour répondre à ces dernières objections que l'on a proposé la ventilation renversée, consistant à faire arriver l'air frais par le haut et à évacuer par en bas l'air vicié. Nous obtiendrons bien ainsi un enlèvement plus complet des gaz viciés lourds, mais nous amènerons par refroidissement les gaz qui se trouvaient près du plafond, au voisinage des occupants ; en tout cas, nous n'obvierons pas plus que précédemment à la formation de courants ne renouvelant l'air que sur leur parcours.

Diverses dispositions particulières ont été aussi proposées, comme les vitres perforées de Trélat, les carreaux Castaing, les aérateurs à lamelles de verre, les vitres à soufflets, les vasistas, etc. Tous ces moyens permettent d'atténuer la violence du courant l'air, mais ne modifient pas la circulation et le mouvement de celui-ci ; et, par suite, laissent toujours en certaines parties de la pièce, des couches d'air jamais renouvelées.

Nous rappellerons aussi la théorie de la *zone neutre et invariable*. Cette zone neutre était ainsi définie par son auteur, le professeur Recknagel :

« Dans un local quelconque, où la température est différente de la température extérieure, il existe, entre le plancher et le plafond, un seul plan horizontal, où la pression soit égale à la pression atmosphérique extérieure : c'est une zone neutre. Il s'en suit que, par une ouverture de la paroi, percée dans le dit plan, il n'y aurait ni entrée, ni sortie d'air, tandis que, par les ouvertures situées au-dessus et au-dessous de de ce plan, il y aurait rentrée d'air d'une part, et sortie d'autre part. »

C'est en reprenant cette étude que M. Knapen, l'ingénieur dont nous avons déjà parlé au sujet du puits aérien et de l'assainissement des habitations, fut amené à en reconnaître l'inexactitude et à créer le système d' « *aération horizontale différentielle* ».

En effet, dans un local habité, les gaz réchauffés s'élèvent vers le plafond, tandis que ceux chargés de vapeur d'eau et d'acide carbonique s'étalent sur le plancher. Entre ces deux couches, on rencontre des gaz de densités toujours décroissantes, du sol au plafond, et ces gaz sont généralement en mouvement ; mais, en admettant l'équilibre, si on perce un trou, dans le mur, à la hauteur de la zone, précédemment supposée de même densité que l'air extérieur, deux ouvertures existant déjà, l'une à la partie haute, l'autre à la partie basse de la pièce, il

se produira forcément un écoulement vers l'extérieur, en bas et en haut, dû à la différence des densités des gaz par rapport à l'air extérieur, et cet écoulement produira une dépression dans le voisinage de cette « zone neutre » forçant l'air extérieur à rentrer par le trou percé à sa hauteur et nous remarquerons que de l'air frais sera ainsi amené à la hauteur de la tête des personnes tout en évacuant les gaz viciés accumulés au-dessus et au-dessous, sans agitation; mais dans les parties éloignées des ouvertures, cette évacuation ne pourra se faire que lentement ; aussi M. Knapen a-t-il complété cette circulation en faisant

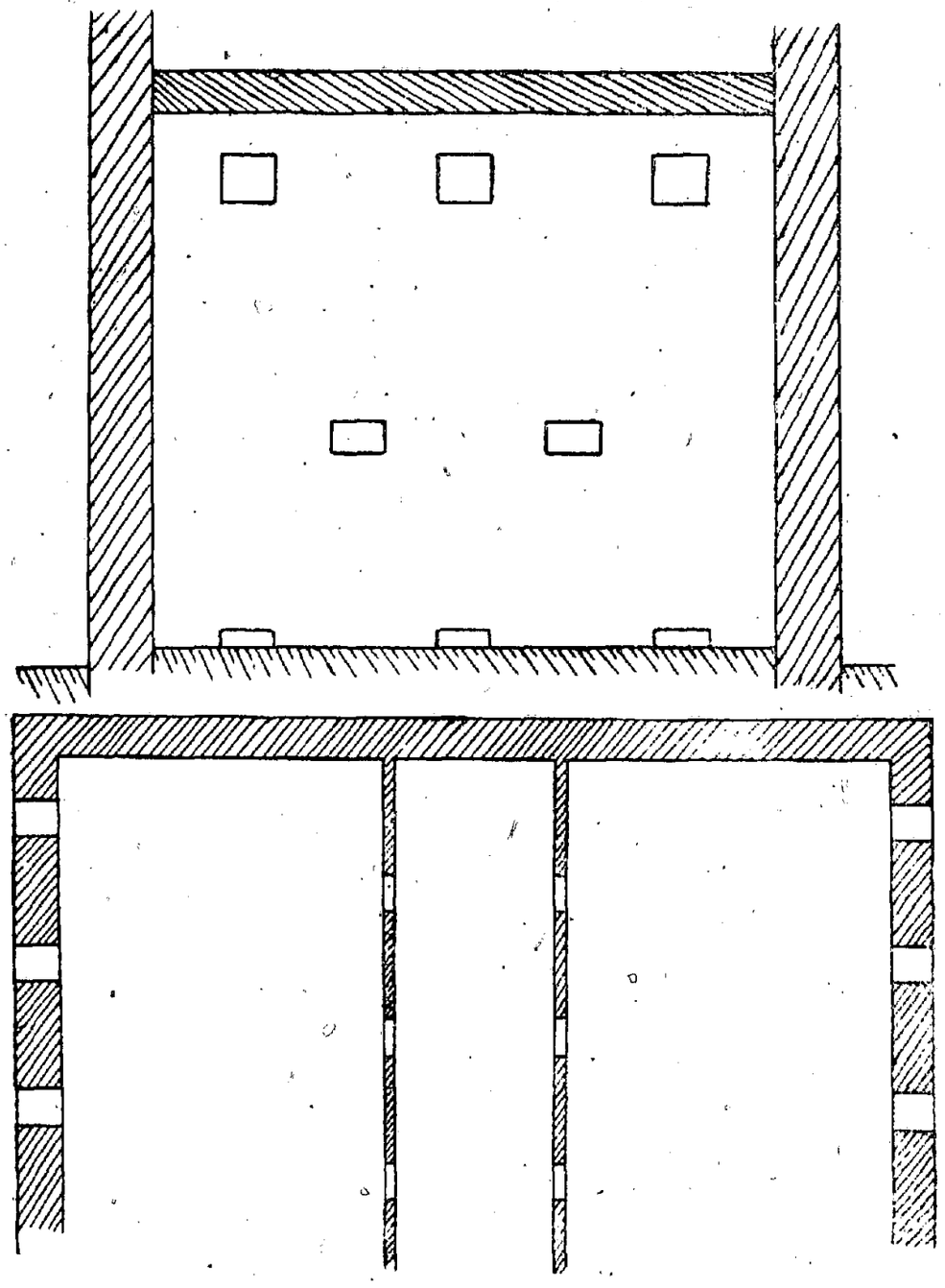


Fig. 329.

des ouvertures sur les deux murs opposés Nord-Sud, Est-Ouest, etc. On a constaté qu'entre deux faces ainsi opposées, il existait toujours une différence de température ; l'écoulement des gaz se fera alors d'une face vers l'autre, suivant des couches horizontales, assurant ainsi un renouvellement de l'air sur toute la hauteur ; une différence de un demi-degré suffisant pour établir l'écoulement des gaz. Cet écoulement est lent, chaque molécule repoussant la voisine, toujours dans la même direction, au lieu de passer au travers, comme dans les autres procédés d'aération ; et voici comment M. Knapen a modifié l'énoncé précédent, relatif à la « zone neutre ».

« Les molécules de toutes les couches d'air, sans exception, dans un local fermé où la température est différente de la température extérieure, se déplacent naturellement et horizontalement dans le sens de la moindre résistance, par le chemin le plus court, entre les deux côtés d'orientation différente d'une construction. »

Afin d'atteindre tous les points de la pièce et d'éviter l'entrée du vent, les ouvertures sont de faibles dimensions, dépendant des conditions climatériques et de la densité de l'air. C'est pour cette dernière raison que les ouvertures du haut ont trois fois les dimensions de celles du bas (voir figure 329), et celles du milieu, deux fois. Ces ouvertures étant de section constante, leur nombre variera suivant la grandeur de la pièce.

La figure 329 nous montre, dans sa partie inférieure, la disposition des ouvertures, en hauteur, sur les deux façades et dans les cloisons, et, dans sa partie supérieure, la répartition de ces ouvertures sur lignes horizontales ; enfin, la figure 330, leur forme, qui permet la communication permanente avec l'atmosphère extérieure sans mettre les occupants des locaux à la merci des intempéries atmosphériques.

Comme nous l'avons dit, on trouve dans la pièce, au plafond, des couches d'air chaud et léger, sur le plancher, des gaz plus lourds et, entre les deux, des couches de densité moyenne, ce qui justifie les sections variables des ouvertures, les couches légères occupant un volume plus grand, pour un même poids, que les couches lourdes ; tout en restant dépendantes des conditions climatériques locales. C'est d'après ces dernières conditions qu'on déterminera les dimensions des ouvertures du haut, les autres ayant un tiers ou deux tiers en moins.

Les prises d'air hautes sont percées à environ vingt centimètres du plafond et à vingt centimètres de l'angle des murs en retour.

Les prises d'air basses seront au plus près du niveau du sol ou du plancher, et sur la même verticale que les prises hautes.

Quant aux prises moyennes, on les place approximativement à mi-hauteur entre les deux autres, et sur la verticale à égale distance des ouvertures hautes et basses.

Les prises d'air hautes et moyennes sont percées obliquement suivant une pente telle qu'une horizontale AB, de l'épaisseur du mur, étant tracée, l'orifice intérieur A sera placé au-dessus de cette horizontale, et l'orifice extérieur B, en dessous, comme on le voit en fig. 330 a. Cette forme a été étudiée pour permettre l'entrée et la sortie de l'air simultanément, en cas spéciaux de grandes différences de densité entre l'intérieur et l'extérieur, et empêcher également la pénétration des eaux pluviales et de la neige.

La prise d'air du bas (figure 330, *c*), réservée normalement à la seule évacuation des gaz lourds lorsque le local est habité, doit être percée horizontalement.

Les murs de refend et les cloisons de séparations intérieures reçoivent, dans le haut et dans le bas, des ouvertures horizontales, de dimensions voulues, déplacées verticalement, autant que possible, et venant dans l'alignement des ouvertures moyennes. Il en est de même pour ces dernières.

Dans les contrées où sévissent fréquemment de grands vents, on pourra utiliser des dispositifs de réglage, dans les ouvertures, ou des écrans ou amortisseurs, en avant, de manière à éviter la pénétration du vent dans la pièce, et permettre le fonctionnement normal de l'aération.

Des précautions spéciales peuvent être prises pour amortir les sons et bruits, ou intercepter

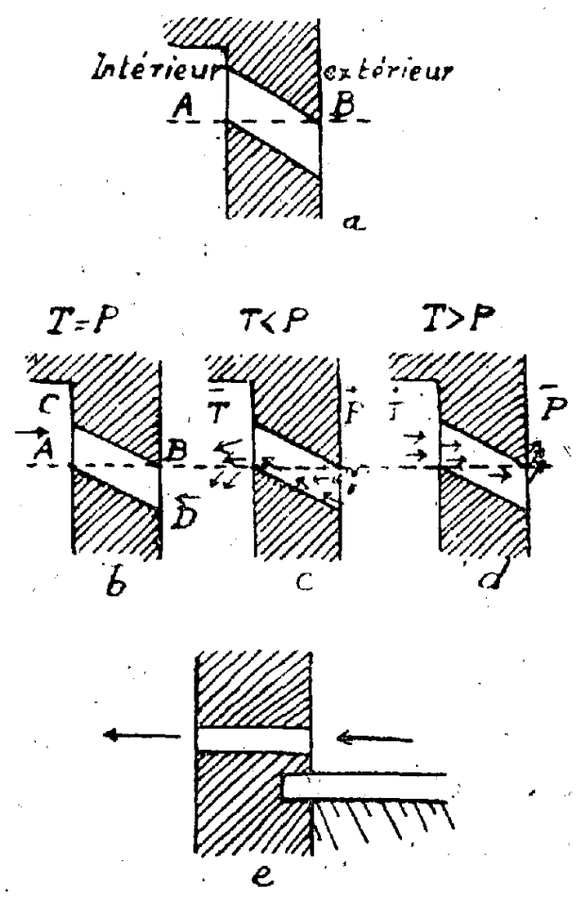


Fig. 330

les poussières. Il est évident que, si des grillages ou des matières filtrantes sont placées dans les orifices d'aération, ceux-ci devront être augmentés en conséquence.

Une remarque, fort intéressante à signaler, est la suivante : Malgré la communication constante du local avec l'atmosphère extérieure, on a pu constater, avec le chauffage central, par suite de l'absence de toute rentrée intempestive d'air, pouvant occasionner des impressions de froid, des économies de chauffage de 10 à 15 % pendant la saison d'hiver.

Au point de vue esthétique, les dimensions de ces prises d'air sont si réduites, ne dépassant pas, pour les plus grandes, celles des ventoûses de cheminée, qu'on ne les remarque pas, et, du reste, ce n'est là qu'une question de décoration facile à résoudre.

Enfin ce qui prouve que le renouvellement de l'air se fait en tous les points, aussi bien dans les angles qu'ailleurs, c'est la constatation suivante :

Dans notre précédent article, au sujet de l'assainissement des murs et des habitations par le siphon monobranche Knapen, nous avons dit que certaines difficultés s'étaient présentées pour l'assèchement des murs dans les angles, par suite de la prompte saturation de l'air, que

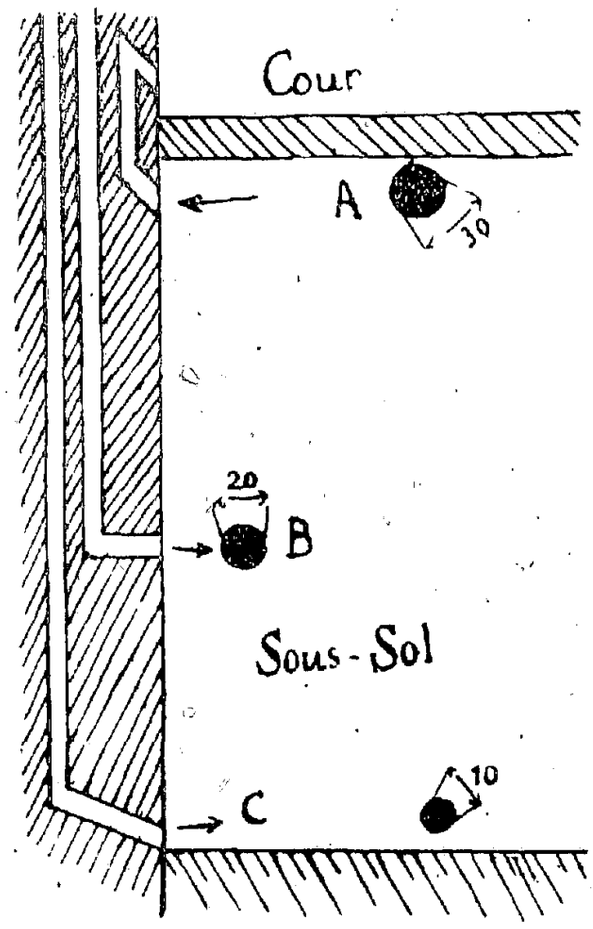


Fig. 331.

l'on n'arrivait pas à renouveler, quelque fut le système essayé. Dès que le système d'aération horizontale différentielle fut appliqué, l'assèchement du mur fut obtenu aussi rapidement en

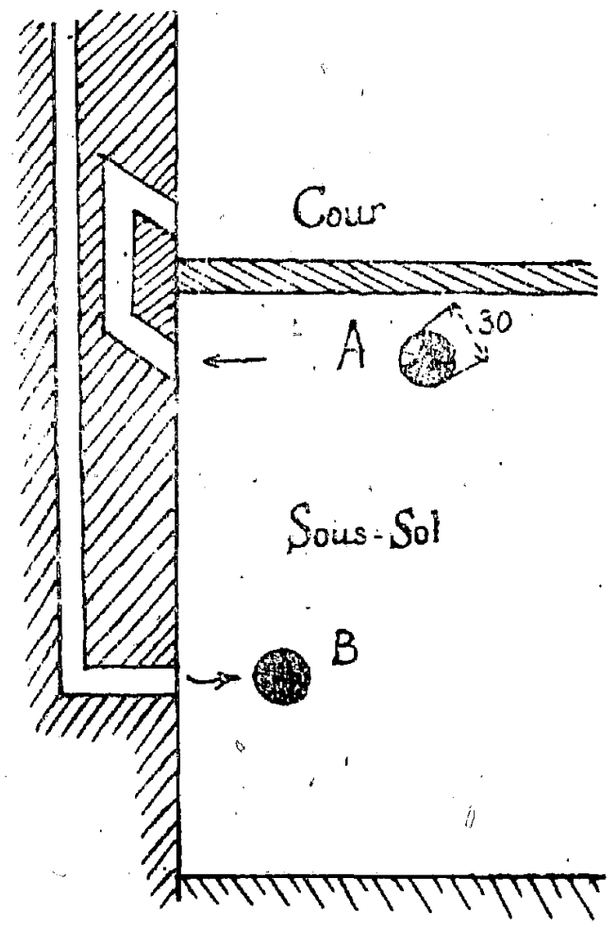


Fig. 332.

ces points et dans les mêmes conditions qu'aux emplacements des autres siphons.

Mais si le système, que nous venons de décrire, donne entièrement satisfaction, et remplit complètement le but recherché, comme on a pu le vérifier dans les nombreuses installations

d'hôpitaux, écoles, musées et autres bâtiments où il est adopté ; il ne saurait s'appliquer dans certains cas, comme dans les bateaux, les sous-sols, etc. Or on sait qu'actuellement, pour diminuer dans les villes les frais de constructions ou le prix des loyers, et ne pouvant construire en hauteur indéfiniment, puisque les règlements s'y opposent, on descend en profondeur, et on fait plusieurs sous-sols. Dans ceux-ci, certaines pièces peuvent encore prendre jour sur une cour intérieure, dont le sol est abaissé au niveau des étages les plus bas ; mais pour les pièces en arrière, leur aération devient difficile. D'ailleurs, même pour celles donnant sur la cour, on ne peut espérer de résultats bien intéressants,

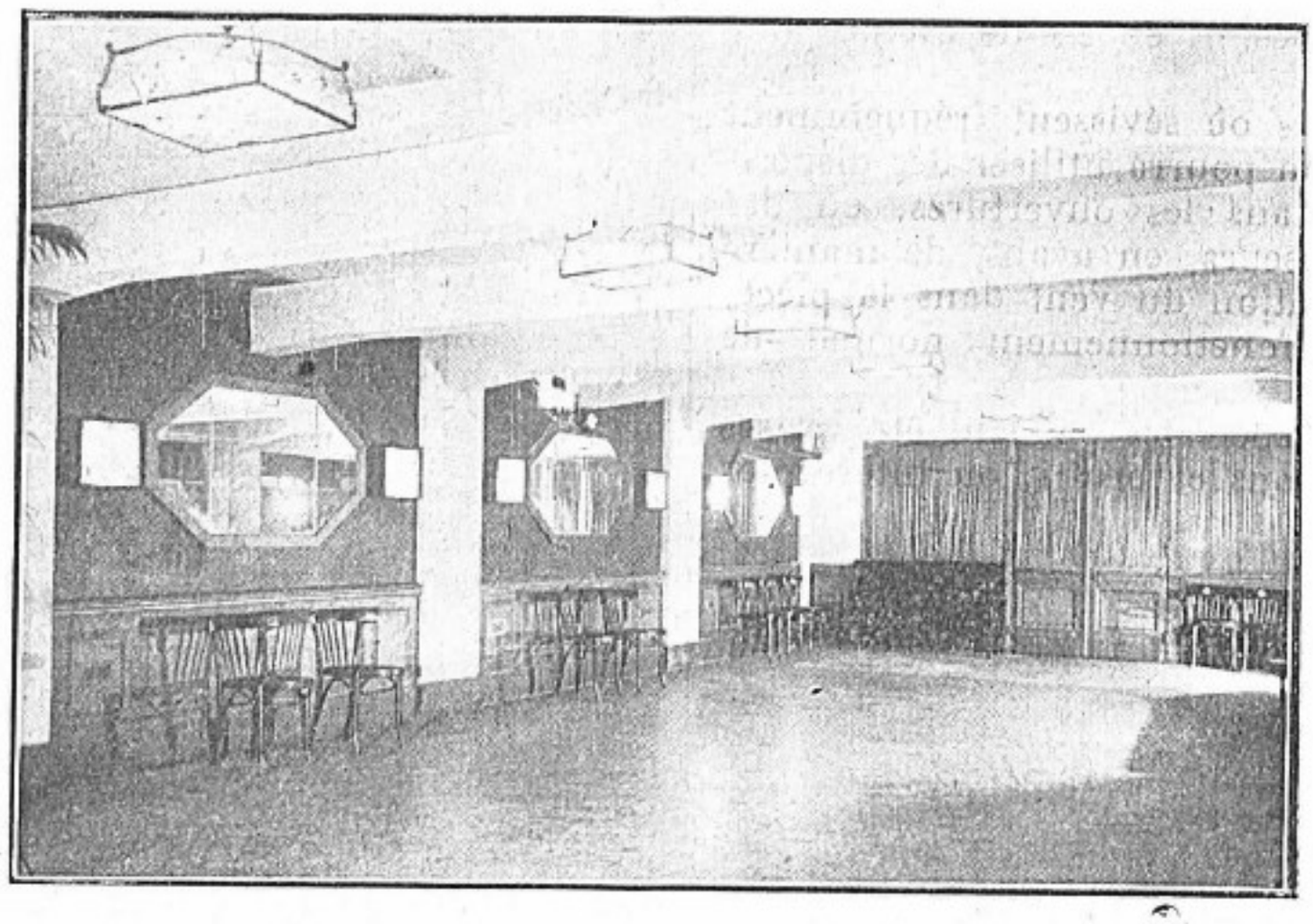


Fig. 333 — Aération verticale différentielle Knapen : Sous-sol - 1er étage.

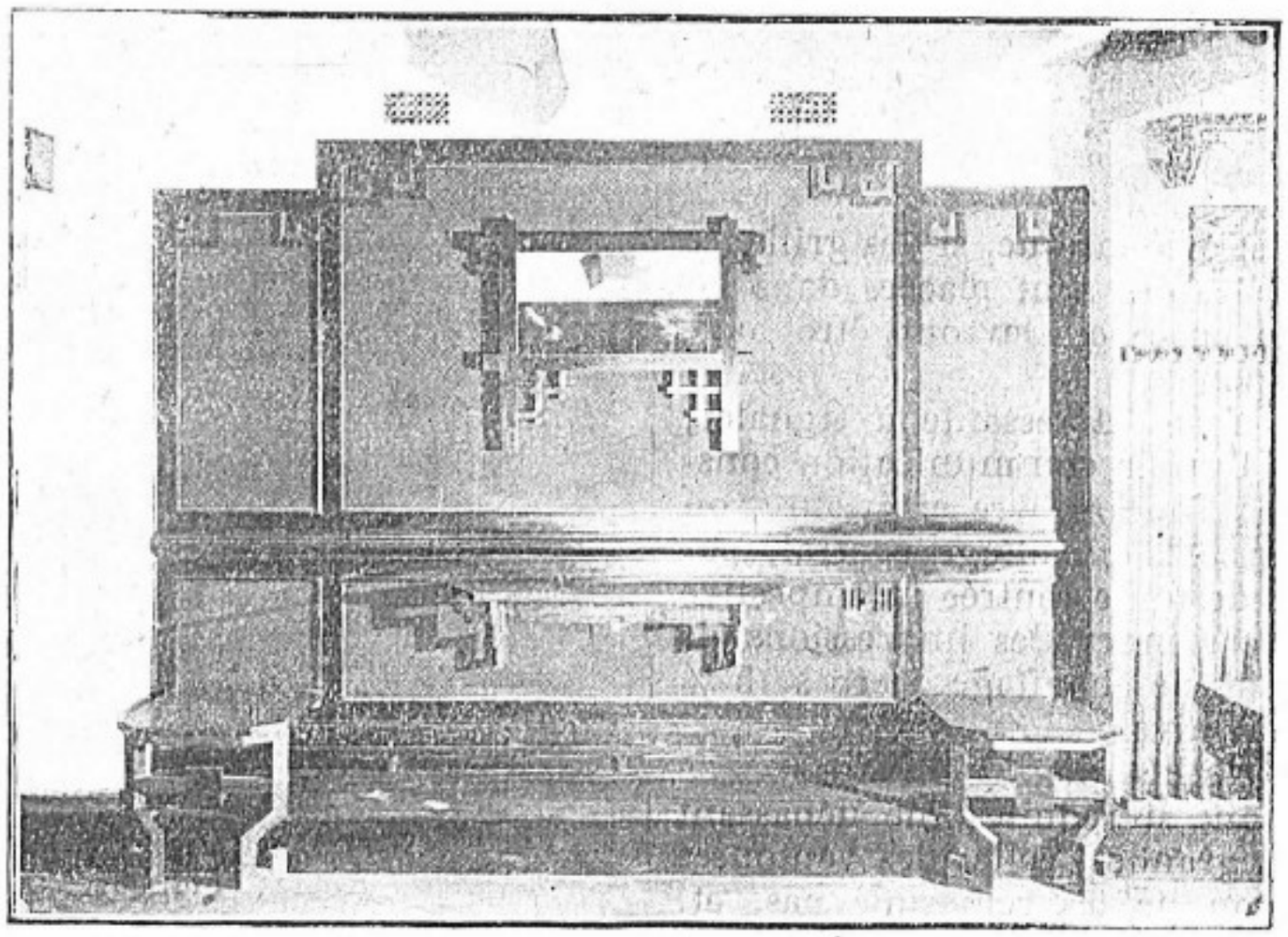


Fig. 334. — Aération verticale différentielle Knapen : Sous-sol — 2e étage.

puisque l'atmosphère qui se trouve dans celle-ci, enfermée entre quatre murs au fond d'un véritable puits, ne peut se renouveler. M. Knapen a

donc modifié en conséquence son système, et a créé la méthode que nous allons décrire, et qu'on appelle : « *Aération verticale différentielle* ».

Ce système, qui vient d'être installé, avec succès, à l'Hôtel Imperator, à Paris, est le suivant :

Ayant disposé, comme précédemment, des ouvertures de sections différentes, sur trois rangs en hauteur (fig. 331) ; on met celles près du plafond en communication, par conduits inclinés, avec la cour ou la rue ; et les bouches, près du sol, et intermédiaires, sont prolongées par des gaînes verticales jusqu'au toit. Considérant alors les différentes couches d'air dans le local, nous voyons que, près du plafond, où l'air est chaud, et plus léger que celui de l'extérieur, il y aura écoulement de celui-ci vers le dehors. Il se produira alors une dépression sur les couches inférieures, et l'air plus dense, contenu dans les gaînes, débouchant en B et C, pénétrera dans la pièce, en soulevant les couches placées au-dessus.

D'après la théorie que nous venons d'exposer, il est facile de se rendre compte, les bouches moyennes et près du sol servant à l'arrivée de l'air venant de l'extérieur, qu'il n'y a aucun inconvénient en général à remplacer ces deux bouches par une seule, placée entre elles, comme on le voit en figure 332. Le fonctionnement sera le même, l'air chaud près du plafond, en s'échappant au dehors, produira une dépression, l'air froid pénétrera par les ouvertures B, s'écoulera le long des murs, pour former une couche sur le plancher, et soulèvera les gaz qui s'y trouvent, jusqu'à les faire évacuer par les orifices placés en A.

C'est une installation de ce genre que représentent les photographies 333 et 334. L'une nous montre (fig. 333) la salle à manger de l'Hôtel Imperator, placée au premier sous-sol, et la figure 334, un mur de la salle de billard, installée en dessous de la salle à manger, donc au deuxième sous-sol ; et malgré le voisinage des cuisines, aucune odeur ne se fait sentir, montrant que l'aération est bien générale, comme il vient d'être exposé.

Sur la figure 333, on voit très bien les bouches dans les panneaux du bas, à raison de deux par travée. Pour les ouvertures du haut, les poutres du plafond ne permettent de voir que celle de la travée du milieu, au-dessus du vitrage, laissant passer la lumière du ciel, renvoyée par une glace à 45°. Ces détails ressortent mieux sur l'autre vue (fig. 334) montrant une travée séparée.

Quant à la salle de billard, seules les bouches du haut sont visibles, et il faut se reporter à la vue d'une travée séparée (fig. 334) pour se rendre compte de l'emplacement des divers orifices.

On a déjà utilisé, pour aérer les souterrains, soit des cheminées de même section, soit des soupiraux de dimensions fixes et égales entre elles, pour servir de prises d'entrée et de sortie d'air, provoquant, lorsque les ouvertures étaient dans des murs opposés, des courants directs, mais non le renouvellement complet de l'air. Les dimensions de ces ouvertures sont souvent empiriques, et, lorsqu'elles sont calculées, les calculs sont basés sur la vitesse d'écoulement, en un temps donné, d'une quantité de fluide toujours égale, alors que celui-ci doit être considéré à tout instant, comme un *mobile variable*, n'impliquant, en réalité, aucune régularité de fonctionnement dans les entrées et les sorties d'air, ni aucun rapport de précision dans les quantités échangées entre l'intérieur et l'extérieur dans le même temps et réglant celle-ci suivant les besoins.

Dans le système d' « aération verticale différentielle », au contraire, les dimensions différentes des sections de gaînes ne sont aucunement basées sur les calculs de vitesse d'écoulement d'air de Riekschel et autres ; mais bien sur les moyennes des températures extrêmes du climat local. On utilise les sections les plus favorables à chaque contrée. Avec ce procédé d'aération, les quantités d'entrée et de sortie d'air sont synchroniques entre elles, en raison des sections proportionnées des gaînes à la différence de volume des fluides de densités différentes ; la vitesse est fonction des différences de densité ; mais non de la superficie seule des sections des gaînes.

Pour conclure, nous dirons qu'il est bien établi et reconnu aujourd'hui que, grâce à ces nouveaux modes d'aération, il est possible d'obtenir, sans courants nuisibles et désagréables d'une manière permanente et continue, l'entrée, dans un local, d'une quantité d'air neuf égale à celle de l'air usé, dans le même temps, par les occupants, tout en les débarrassant instantanément, et en tous points, de leurs déchets gazeux.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Août 1928). — *Théorie des fonctions.* M. Landau avait observé que la série $\Sigma \frac{r_n^{\rho+1}}{1}$ et l'intégrale $\int_0^\infty \frac{\mathfrak{M}_r}{r^{\rho+1}} dr$ (notations de la théorie des fonctions entières) sont convergentes ou divergentes en même temps; précisant ce résultat, M. *Silvio Minetti* montre que l'on a

$$\Sigma \frac{1}{r_n^{\rho+\varepsilon}} = (\rho+\varepsilon)^2 \int_0^\infty \frac{\mathfrak{M}_r}{r^{\rho+1+\varepsilon}} dr$$

Ananlyse. M. *Krawtchouk* établit que la méthode de W. Ritz pour l'intégration approchée de l'équation

$$y'' + A(x)\, y = f(x)$$

converge toutes les fois que l'équation possède une solution unique, et que les coefficients A et f sont continus. L'Auteur étend ce résultat à des équations d'ordre supérieur

Physique mathématique. Dans le même ordre d'idées, M. *N. Kryloff* cherche à obtenir l'erreur de la solution aprochée sous la forme la moins majorée possible. Il envisage la méthode des réduites et indique diverses formules pour l'erreur moyenne quadratique, et l'erreur ponctuelle; l'une d'entre elles est due à M. N. Bogoliouboff.

Géométrie infinitésimale. On connaissait déjà l'existence de surfaces minima réelles, plongées dans l'espace euclidien à quatre dimensions, et à indicatrice de courbure partout circulaire. M. *O. Boruvka*, à l'aide de la méthode du repère mobile de M. E. Cartan, montre comment on peut construire géométriquement ces surfaces, et comment on peut étudier les surfaces analogues plongées dans un espace non euclidien.

Physique générale, M. L. *Goldstein* étudie d'abord l'équation caractérisant l'évolution d'un atome analogue à l'atome de H; il utilise, à cet effet, des propriétés classiques de la théorie des équations intégrales; puis il aborde le cas d'un atome de numéro atomique Z et montre comment on peut évaluer son amplitude de probabilité.

Théorie des probabilités. M. *Eugène Slutsky* envisage un ensemble de variables éventuelles dont la distribution des probabilités dépend d'un paramètre h; soit x la valeur éventuelle fournie par une épreuve correspondant à la valeur h du paramètre $(h > k > o)$; si les espérances mathématiques $E(x_h - x_k)$ et $E(x_h - x_k)^2$ tendent uniformément vers o avec h, la probabilité de l'existence pour chaque suite de x d'une limite stochastique A est égale à l'unité.

René Garnier.

T. S. F.

Méthode pour réduire les effets des troubles atmosphériques. — Une des questions les plus importantes dans la réception des signaux radioélectriques est l'élimination des effets des troubles atmosphériques. Les diverses solutions de ce problème sont à l'heure actuelle très imparfaites; cela tient principalement à notre ignorance sur le mode d'action des atmosphériques sur les circuits récepteurs. Quoiqu'il en soit, nous donnerons dans cette note le résumé d'un procédé imaginé par Edwin H. Armstrong; bien qu'il ait été l'objet de critiques sévères quant à son efficacité, il contient une idée intéressante ainsi qu'on en jugera par le très bref exposé suivant.

Il est basé sur la remarque suivante : étant donnée une bande étroite de fréquences, il n'y a pas de raison pour que les atmosphériques soient plus intenses sur une certaine partie de cette bande que sur l'autre; autrement

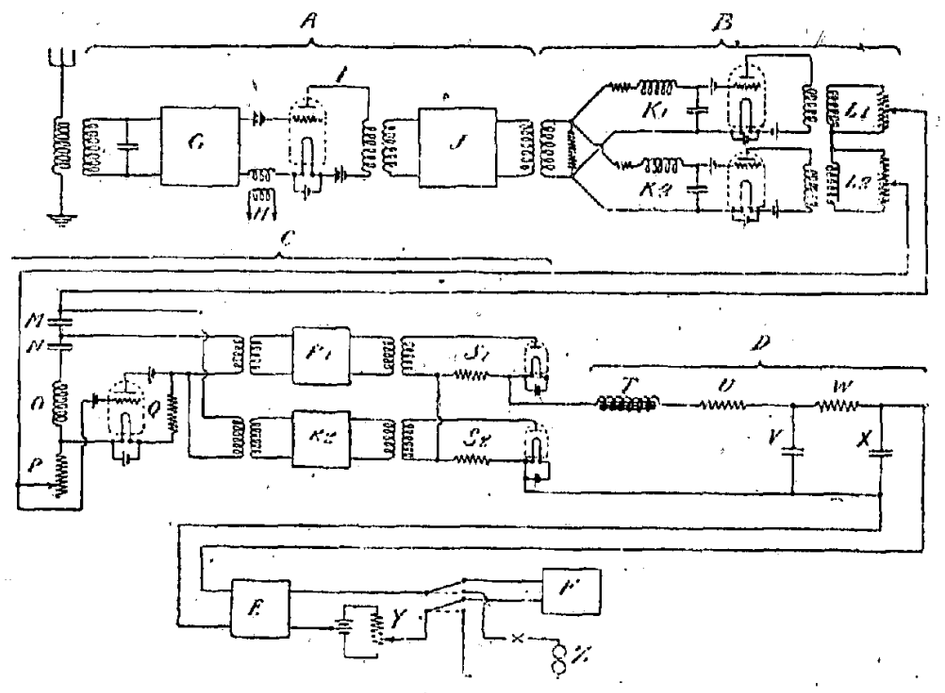


Fig. 336.

dit, la fréquence des oscillations dues aux atmosphériques n'est pas définie. L'émetteur émet donc les points et les traits sur une fréquence choisie a priori et les espaces sur une fréquence légèrement différente. A la réception un émetteur local donne par hétérodynation deux fréquences audibles. Ces deux dernières sont composées différentiellement, c'est-à-dire que si elles se produisaient simultanément, leurs effets se détruiraient. Comme les signaux (points et traits) et les blancs ne sont pas émis simultanément, la plume est tirée tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre. D'après la remarque ci-dessus les atmosphériques devront produire sur un tel système un effet à peu près nul.

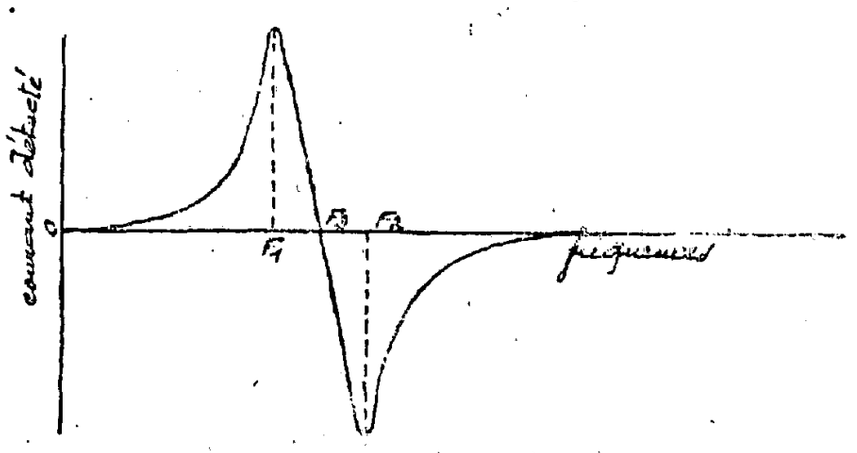


Fig. 337.

Le schéma de réalisation est le suivant (fig. 1) : A représente le récepteur, G étant l'amplificateur h. f., I le détecteur, H l'hétérodyne et J l'amplificateur b f. A la sortie de ce dernier sont placés deux circuits oscillants K_1 et K_2 respectivement accordés sur les basses fréquences ainsi obtenues. Chaque circuit commande un amplificateur et les débits sont combinés différentiellement à travers les transformateurs et les potentiomètres L_1 et L_2. La partie C du système représente le système sélectif destiné à séparer les deux fréqunces, à les convertir en cou-

rant continu et à combiner leurs effets. Les capacités M et N et l'inductance O forment un ensemble non-réactif pour une basse fréquence tandis que l'ensemble N et O est non réactif pour l'autre. La résistance P et le tube Q sont destinés à éliminer les effets des résistances; R_1 et R_2 sont deux amplificateurs identiques qui alimentent les tubes détecteurs S_1 et S_2 dont les débits sont combi-

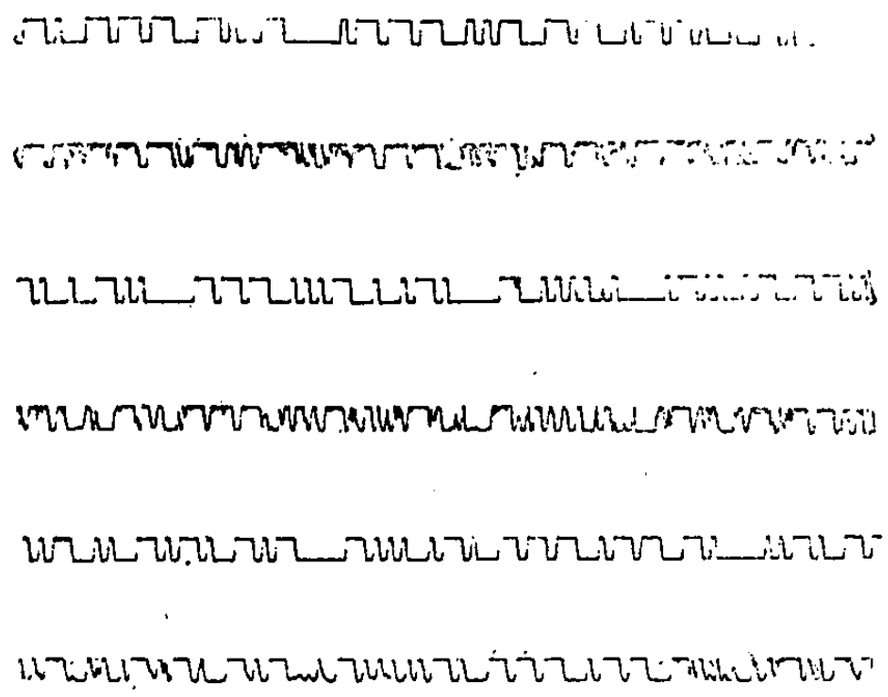


Fig. 338.

nés différentiellement. La fig. 2 donne la caractéristique de la combinaison de l'égaliseur B et du sélecteur C. On voit que les fréquences en dessous de F_1 et au-dessus de F_2 sont pratiquement supprimées, tandis que pour chacune de ces deux fréquences on obtient un courant détecté égal et de signe opposé.

A titre de documentation, nous reproduisons un type de transmission effectué avec une réception normale et avec une réception de type ci-dessus (fig. 3) à différentes vitesses. Le lecteur se rendra mieux compte par lui-même de l'efficacité du système proposé.

P. ABADIE.

Chimie physique

La classification des substances métalliques. — On a beaucoup discuté de la nature des alliages métalliques et de leurs constituants. Les auteurs n'attribuent pas toujours au mot « composé » la même signification, ce qui crée des confusions, et d'ailleurs, entre mélanges et combinaisons, les criteria sont loin d'être infaillibles. Il peut arriver, par exemple, qu'un composé forme des solutions solides avec ses constituants. En 1923, U. R. Evans a montré que la loi des proportions définies serait défaillante dans la chimie de certains oxydes métalliques, tels que ceux de fer, de tungstène et de molybdène.

D'une étude magnétique sur les alliages fondus, faite au Japon par H. Honda et ses collaborateurs, il ressort que toutes les phases de composition intermédiaire d'un alliage ne correspondent pas, sans exception, à des entités. C'est aussi la conclusion des études de Barratt et autres sur les spectres de bandes, spectres qu'on attribue habituellement à des molécules composées, et non à des atomes libres. Cependant, il subsiste toujours la possibilité qu'un composé vrai, présent dans le solide examiné, subisse une décomposition à la température de l'arc ou de l'étincelle, lors de l'enregistrement du spectre.

Dans le but de gagner de la précision, Hume Rothery (1) suggère un schème de classification des substances métalliques.

La classification débute évidemment par les éléments métalliques eux-mêmes, qu'ils soient ou non isotopiquement simples.

Viennent ensuite les *solutions solides métalliques primaires*, ou solutions cristallines, dans lesquelles on retrouve la structure du métal primitif.

Les solutions solides primaires, qui ne sont autres que les phases extrêmes des diagrammes usuels d'équilibre, sont de deux types, d'après la spectrographie X. Dans un premier type, le type substitutionnel, les atomes dissous remplacent les atomes du métal solvant, sur son propre réseau. Dans le type du second genre, le type intersticiel, les atomes dissous s'intercalent dans le réseau du métal primitif. Ces deux types de solution solide primaire peuvent coexister dans un alliage ternaire. Par exemple, dans un acier au manganèse austénitique, on a simultanément une solution solide substitutionnelle de fer et de manganèse, et une solution solide intersticielle de carbone.

Après les solutions solides primaires, viennent les *solutions solides secondaires*. Dans ces solutions solides, de composition intermédiaire, la structure cristalline diffère de celle du métal primitif, mais sans qu'on y discerne, ni formation de molécules composées, ni échanges ou transferts d'électrons.

Hume Rothery définit enfin, comme *composés intermétalliques de composition fixe ou variable*, les phases chez lesquelles on observe, directement ou non, soit un échange ou un transfert d'électrons, soit la formation de molécules composées. Ce sera, par exemple, le cas d'une phase fixe ,ou pratiquement fixe, dont les propriétés se différencient nettement de celles de ses composants. Tandis qu'au contraire, une phase de composition variable, dont les propriétés ressemblent à celles de ses constituants, sera une solution solide secondaire.

Hume Rothery fait observer que la réalité d'un composé ne découle pas nécessairement de l'existence d'un maximum de dureté, de point de fusion, ou de conductivité électrique, pour un rapport entier simple d'atomes. Cette circonstance peut se relier, non pas à l'existence d'un composé défini, mais simplement à un groupement symétrique des atomes. Pour cet état, qui peut être tout à fait distinct de la combinaison chimique, au sens usuel du mot, Hume Rothery propose le terme de *solution solide symétriquement assemblée*.

L'auteur reconnaît que sa classification, comme toutes les autres, est arbitraire, et simplement matière de définition. Mais il insiste sur la nécessité de tracer des distinctions, afin d'éviter de prêter au terme « composé chimique » des acceptions si différentes, selon les cas.

S. V.

Médecine

Un progrès dans le traitement du rachitisme. — La thérapeutique du rachitisme vient de s'enrichir d'une arme nouvelle : les résultats obtenus par l'ingestion d'ergostérine irradiée permettent de fonder sur cette méthode si simple et si pratique de sérieux espoirs (Pr **Nobécourt**). Elle a sur les irradiations ultra-violettes le gros avantage de pouvoir être appliquée dans toutes les circonstances possibles et de ne pas entraîner l'obligation d'une installation qui, si rudimentaire soit-elle, ne peut cependant être réalisée partout. Elle ne s'oppose pas, d'ailleurs, à la pratique de ces irradiations, mais permet d'étendre à un plus grand nombre de cas le principe de la thérapeutique actinique.

(1) *Philosophical Magazine*, janvier 1928.

On admet actuellement que la cause du rachitisme est la carence de la vitamine D. Cette vitamine ne serait pas, pour la plupart des animaux et pour l'homme, apportée telle quelle par les aliments. Elle se formerait au sein de l'organisme sous l'action des radiations solaires actiniques par mutation de la provitamine D d'origine alimentaire et qui existe dans la plupart des ingesta, le lait en particulier.

Ainsi s'expliquent non seulement l'éclosion du rachitisme, soit par apport insuffisant de provitamine D, soit surtout par déficience du rayonnement solaire, mais encore les propriétés préventives et curatives des irradiations ultra-violettes qui activent la transformation de la provitamine D.

Mais d'autre part, certaines substances possèdent spontanément des propriétés antirachitiques : l'huile de foie de morue, par exemple; c'est donc que la vitamine D entre dans sa composition et M. Kunt Wejdling en voit l'origine dans le fait que la morue se nourrit d'arthropodes qui ont eux-mêmes ingéré des algues marines superficielles soumises à l'irradiation actinique du soleil et par suite riches en vitamine D.

Partant de ces données d'intégration de la lumière on a recherché à conférer artificiellement à certaines substances les propriétés antirachitiques par irradiations ultra-violettes. Parmi ces substances qui font partie de la famille des stérines, la cholestérine s'est montré la plus sensible.

Puis, des recherches plus poussées ont montré que l'activation était due à la présence d'une impureté associée, une stérine qui se trouve dans la proportion de 0,02 à 0,05 o/o et qui est 500 à 1.000 fois plus active que la cholestérine elle-même : c'est l'ergostérine corps cristallisé de formule C^{27} $H^{41}OH$ qui présente deux bandes d'absorption vers l'extrémité du spectre entre les longueurs d'onde 2.700 A° et 2.950 A° et dont les propriétés physiques changent après irradiation; le point de fusion s'élève de 142° à 150°, les caractères spectroscopiques disparaissent en même temps que naissent les propriétés antirachitiques.

Ces propriétés, qui d'ailleurs s'évanouissent si l'irradiation ultra-violette est trop prolongée, se conservent pendant 6 mois environ, temps largement suffisant pour permettre une utilisation pharmaceutique pratique du produit.

On se sert d'une solution huileuse très faiblement alcoolisée et titrée à un nombre donné de gouttes pour un milligramme de produit actif. L'administration se fait par voie buccale à la dose quotidienne de 3 à 8 milligrammes environ, variable selon les conditions et l'effet obtenu. La tolérance est parfaite, la toxicité nulle. Rapidement l'état du sujet traité se modifie favorablement comme le montrent les constatations cliniques et les divers résultats de laboratoire.

Ainsi cette nouvelle méthode réalise de façon scientifique le rêve souvent caressé du « soleil en bouteille » et semble appelée à rendre les plus grands services en raison de sa simplicité et de son extrême facilité d'application.

Dr J. Didiée.

Histoire des Sciences

Svante Arrhénius. — A une séance de la Royal Institution, présidée par J. F. Thorpe, Sir James Walter (1), qui, il y a seize ans, avait fait l'éloge de Van't Hoff, a prononcé, cette fois, l'éloge de l'illustre savant Svante Arrhénius, décédé en septembre 1927.

Sir James Walker, auquel la biochimie doit une contribution importante, a réuni, dans un même souvenir d'affection Van't Hoff et Arrhénius, initiateurs des idées fécondes de pression osmotique et de dissociation électrolytique, qui devaient renouveler si profondément la physicochimie.

Le conférencier rappelle comment Arrhénius a été conduit à se consacrer à l'étude de la conductibilité des solutions électrolytiques. Ses premières études datent de l'époque où Van't Hoff montrait l'analogie des solutions diluées et des gaz, où Raoult faisait ses déterminations des poids moléculaires des substances dissoutes, où Kohlrausch perfectionnait sa méthode de pont téléphonique pour la détermination de la conductivité électrolytique, où Oswald se préoccupait des vitesses de réaction et des affinités. Indépendamment de Raoult, Arrhénius proposa de déterminer, par des mesures de conductivité électrolytique, le poids moléculaire des substances dissoutes, et ce fut à ce propos qu'il reconnut l'importance primordiale de l'état du sel, travail expérimental que devaient soutenir les points de vue des Grotthus, des Clausius, des Hittorf et des Helmholtz. Arrhénius devait établir ultérieurement que, « pour les acides et les bases, l'activité galvanique s'accompagne d'activité chimique », et que ce qui est commun à tous les cas, c'est la nécessité de regarder l'eau comme un acide (ou comme une base) concourant avec les autres acides (ou bases), présents dans l'équilibre ».

En 1885, Van't Hoff avait montré que dans l'équation générale des substances dissoutes PV = iRT, le coefficient i prend parfois des valeurs supérieures à l'unité, en particulier pour les solutions salines aqueuses. Dans une lettre à Van't Hoff en mars 1887, Arrhénius montra comment les faits expérimentaux mettent en évidence la dissociation complète des électrolytes aux dilutions extrêmes, et comment on peut trouver le degré de dissociation d'un électrolyte.

Arrhénius a étendu encore son activité à d'autres branches de la physicochimie : viscosité des liquides purs et des solutions, conduction dans les gaz chauds et dans les flammes, diffusion en solution aqueuse, vitesse d'hydrolyse de l'acétate d'éthyle, inversion du sucrose dans les solutions acides. Dans la suite, son attention s'est détournée vers les problèmes cosmiques et météorologiques et plus tard vers la sérothérapie. Avec Thorwal Madsen, il a soutenu que, contrairement à l'opinion d'Ehrlich, la combinaison toxine-antitoxine est réversible et régie par la loi ordinaire de l'action de masse. Ces travaux, qui se sont poursuivis une dizaine d'années, ont fait l'objet de deux volumes.

Sir James Walker insiste sur la portée des découvertes d'Arrhénius, dont le nom, selon lui, peut figurer dignement à côté de ceux des Linné et des Berzélius. Le conférencier est vivement approuvé et remercié, en particulier par les Prof. E. G. Donnan et H. Brereton Baker.

S. V.

Génie maritime

La construction navale d'après-guerre. — La production mondiale des chantiers navals avait, en ce qui concerne les navires de commerce, atteint un point culminant en 1913, avec plus de 3.332.000 tonnes de jauge brute lancées au cours de l'année. Elle se chiffrait encore à plus de 2.852.000 tonnes en 1914. La chute brusque de 1915, à 1.201.638 t., ramenait la production à la moyenne réalisée vingt années auparavant.

Or, si l'on examine les statistiques récentes, en parti-

(1) *Chemistry and Industry*, 18 mai 1928.

culier celles du *Lloyd's Register*, on constate que, dès 1917, le total des lancements atteignait déjà presque 3 millions de tonnes et qu'une progression impressionnante s'est accentuée au cours des années 1918 à 1921, dont le maximum se place en 1919, avec le chiffre de 7.144.549 t., soit plus du double de la production de 1913. Ramenée en 1922 au taux plus normal de 2.467.000 t., la construction mondiale a subi une régression, assez explicable, jusqu'en 1926, avec le total de 1.674.977 t. L'année 1927 a apporté un relèvement sensible, pour atteindre 2.285.679 t. Enfin, le nombre de tonnes lancées pendant le premier trimestre de 1928 est de 659.948, chiffre qui confirme jusqu'à présent le mouvement de hausse commencé. Il reste à voir dans quelles proportions les différentes nations productrices participent à ces fluctuations.

L'Angleterre (Grande-Bretagne et Irlande), dont la courbe de production contrôlait assez exactement, avant la guerre, le mouvement du monde entier, a bien maintenu dans l'ensemble la situation de beaucoup prépondérante qu'elle a toujours occupée. Elle a lancé, en 1927, 1.225.873 tonnes, soit 53,6 o/o de la construction mondiale. Pour le premier trimestre de 1928, le chiffre des lancements atteint 406.726, ce qui porte la proportion à plus de 61 o/o. Il est à remarquer qu'au cours de la période de surproduction 1918-1921, l'Angleterre n'a réalisé que des chiffres comparables ou à peine supérieurs à ceux de ses meilleures années d'avant-guerre.

Immédiatement après, se place l'Allemagne, avec 289.622 tonnes pour 1927, soit environ 12 o/o de la production mondiale, et 101.785 t. pour le premier trimestre 1928. Elle avait atteint, en 1922, le chiffre de 575.264 t., très supérieur à sa moyenne d'avant 1914.

Les Etats-Unis, qui avaient puissamment contribué à la surproduction, jusqu'à lancer 3.579.826 t. en 1919 (près de 50 o/o de l'ensemble), viennent, en 1927, avec 179.218 tonnes (environ 7,8 o/o). Après la Hollande (119.790 t.), se place l'Italie, avec 101.076 t. Les effets d'une politique maritime nationale se font, encore ici, nettement apprécier : la construction italienne qui, avant-guerre, ne dépassait pas l'ordre de 50 à 60.000 t., atteignait successivement 82.713 t. en 1919, 164.748 en 1921, et 220.021 en 1926. Il faut noter d'ailleurs que le tonnage de la marine marchande italienne est passé, de 1.600.000 t. en 1914 à 3.400.000 t. en 1927.

Après l'Italie, viennent, pour 1927, le Danemark (72.038 tonnes), la Suède (67.361), la France avec 44.355 t., le Japon avec 42.359.

La situation n'a rien, sans doute, qui doive nous réjouir, mais il faut aussi bien se garder d'une interprétation trop immédiate des statistiques. Nulle industrie n'est soumise, plus que les constructions navales, aux fluctuations de la politique économique et aux à-coups résultant de la variabilité des besoins. Seuls, les chantiers organisés en vue de la construction en grande série des unités moyenne, peuvent aspirer à une régularité relative. Ainsi les chantiers anglais de la Clyde et de la Tyne, qui représentent à eux seuls plus de la moitié de la production britannique.

Le développement de notre marine marchande ne saurait comporter une pareille systématisation. En fait, la variation de nos constructions traduit fidèlement les vicissitudes de l'armement national et signale, en particulier, les époques où celui-ci procède à des renouvellements massifs, sous l'influence de besoins urgents ou encore d'une nouvelle législation des primes. C'est ainsi que nos chantiers lançaient 192.000 tonnes en 1902, pour 35.214 en 1903.

Or, notre construction, remontée à plus de 93.000 t. en 1920, atteignait 210.663 t. en 1921 et encore 96.644 en 1923. Maintenue ensuite aux environs de 80.000, elle se chiffrait, en 1926 à 121.342 t. Le total des lancements, pour le premier trimestre de 1928, est de 14.624, ce qui paraît annoncer pour le moins, une année moins déficitaire que la précédente.

Les chantiers français ont, en réalité, fourni un nombre intéressant d'unités remarquables aux grandes Compagnies et ce travail se poursuit encore. J'ai eu l'occasion de parler, dans une précédente note, du lancement de l'*Eridan* aux Chantiers de la *Société Provençale de Constructions Navales*, à la Ciotat, effectué le 3 juin dernier. Un paquebot d'importance analogue est en construction sur les mêmes chantiers, également pour les *Messageries Maritimes*. Je rappelle encore que l'*Ile-de-France*, construit aux *Chantiers de St-Nazaire* pour la *Compagnie Générale Transatlantique*, est le plus grand paquebot construit dans le monde entier, depuis la guerre (42.000 t. de déplacement).

Enfin, il faut observer que les chiffres précités ne concernent que les navires marchands et que notre industrie compte parmi les spécialistes les plus appréciés de la construction des unités de combat. Il lui faut subir, encore ici, l'effet des circonstances extérieures, sans parler de la concurrence des arsenaux de l'Etat. Pour le reste, le sort de nos chantiers est solidaire de celui de notre armement tout entier : il n'est pas de problème plus urgent, et qui ne réclame à un plus haut degré l'attention, non seulement des intéressés et des Pouvoirs publics, mais de tout le pays, sans distinction d'opinion ni de catégorie professionnelle.

LOUIS BASSO.

Génie civil

La gare frigorifique de Genève. — Une importante gare frigorifique est depuis peu en construction à Genève (Suisse). Elle comprendra, dans un sous-sol qui formera rez-de-chaussée du côté de la voie ferrée : la salle des machines, les bacs à saumure, sept chambres dont les températures seront entre —15° et 0°; cinq chambres avec chauffage central pour la conservation et le mûrissement des bananes. Cet ensemble de chambres aura une superficie totale de 630 m². En outre, des bureaux de la douane seront installés à cet étage. Au rez-de-chaussée il y aura cinq chambres de —10° à +10°, d'une surface totale de 600 m², un pont à bascule de 20 tonnes, un dépôt de glace, les bureaux. Au premier étage neuf chambres de —10° à +10°, d'une superficie de 550 m² et les appartements du personnel.

Dans l'ensemble, 26 chambres servant d'entrepôts et mesurant au total 1.800 m² et 6.500 m³ pour la conservation des diverses denrées.

Un parc de wagons isothermes ou réfrigérants sera affecté à cet établissement.

Un projet d'extension est déjà envisagé, pour permettre d'augmenter la capacité de cette installation.

L'équipement frigorifique comprend deux compresseurs Sulzer de 16.500 frigories-heures chacun : on prévoit par jour 2.200.000 frigories-heures avec une consommation de courant électrique de 800 kilowatt-heures; (Bulletin d'avril, mai, juin 1928 de l'*Union des Chambres de Commerce françaises à l'Etranger*).

L. R.

Géologie appliquée

Sondages au pays de Bray, à Ferrières-en-Bray. — La succession des couches géologiques recoupés par le sondage de Ferrières-en-Bray a été établie d'après les données

de M. Pierre Pruvost, communiquées à l'Académie des Sciences (*C. R.*, 186,1928, p. 242).

SONDAGE DU PAYS DE BRAY

Fcrrières en Bray

Sol à l'altitude de 140 m.

0			
	55m	PORTLANDIEN	55m00
100		KIMMÉRIDGIEN	170.00
200	225		
		SÉQUANIEN	55.00
	280		
300		RAURACIEN	153.60
400	433		
		OXFORDIEN & CALLOVIEN	166.40
500			
	600		
600		BATHONIEN	146.50
700	746		
		BAJOCIEN	78.50
800	825	AALÉNIEN INF.	2.70
	878	TOARCIEN	50.50
900	924	DOMÉRIEN	46.00
	962	PLIENSBACHIEN	38.00
1000	1007	LOTHARINGIEN	45.00
		HETTANGIEN	121.00
1100	1128		
	1150	PERMO-TRIAS	22.00
	1172 70	MICASCHISTES >	22.70
1200m		—	—

Ce sondage fait pour le compte de l'Office National des Combustibles liquides n'a rencontré même dans les niveaux bitumineux du Kimméridgien et du Toarcien, aucune roche magasin. Après avoir pénétré de 22 m. dans le socle paléozoïque rencontré à partir de 1.100 m. de profondeur, le sondage fut arrêté, sans espoir de découvrir un gîte.

M. Pierre Pruvost a donné également la liste des principaux fossiles caractéristiques rencontrés dans ces terrains, et a fait connaître la nature des roches qui ne semble pas montrer dans l'ensemble de particularités à signaler.

L. R.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 3 septembre.

(fin).

MYCOLOGIE. — *Paul Vuillemin.* — **Rapports de l'appareil conidien avec le mycélium des *Aspergillus*.**

Chez l'*Aspergillus*, le sporophore n'est pas toujours séparé du mycélium rampant par une limite tranchée, en sorte qu'il peut être considéré comme un mycélium aérien, réserve faite pour les phialides, qui s'en séparent pour constituer, avec les cocidies, le véritable appareil propagateur.

Dans le genre *Sterigmatocystis*, le sporophore débute de même; mais les phialides ne sont pas insérées sur le premier renflement vésiculeux; elles naissent sur des vésicules secondaires (cystes), issues de la principale et étendant le sporophore.

L'appareil conidien (phialides et conidies), qui propage les *Aspergillus* indépendamment de la reproduction sexuelle, est relié à l'appareil végétatif par le sporophore, portion spécialisée du mycélium annexée aux organes de propagation.

GÉOLOGIE. — *J. Savornin* (transm. par M. Ch. Depéret). — **Le bassin houiller de Djerada (Maroc oriental).**

L'auteur s'est attaché à reconnaître l'allure de cette formation houillère qui surmonte 2.000 m. d'assises détritiques dinantiennes et qui se termine par de nouveaux conglomérats représentant la fin du cycle sédimentaire westphalien dans la région. Les morts-terrains de la partie sud sont les dépôts continentaux du Néogène supérieur des Hauts Plateaux de Berguent. Il est vraisemblable que le rivage était au nord, où se montrent les schistes métamorphiques, avec noyaux granitiques, des Zekkara. La houille, indubitablement d'origine autochtone, a dû prendre naissance dans des marais côtiers périodiquement submergés.

PALÉONTOLOGIE. — *Jules Welsch.* — **Contribution à la connaissance des faunes jurassiques du Poitou. Etage Oxfordien-Argovien.**

La « tranchée de Saint-Maurice » est un des meilleurs gisements fossilifères sur la voie ferrée de Niort à Aiffres, ligne de Saintes. L'auteur donne la liste des nombreux fossiles qui y ont été rencontrés. Cette tranchée indique un niveau inférieur de la zone *transversarius*.

ENTOMOLOGIE. — *E. Poyarkoff* (transm. par M. F. Mesnil). — **La formule de la fécondité chez le ver à soie du mûrier.**

Les cocons mâles et les cocons femelles sont égaux entre eux, sauf pour un point essentiel : des substances né-

cessaires pour la production des œufs ayant été accumulées dans le corps des nymphes femelles, le poids des cocons femelles est notablement supérieur à celui des cocons mâles; on peut en conclure que cocon femelle — cocon mâle = P, où C♀ et C♂ sont les poids moyens des cocons femelles et des cocons mâles de diverses races de Vers à soie et P représente le poids moyen des œufs pondus par une femelle.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *F. Rathery, R. Kourilsky* et *Mlle Y. Laurent* (prés. par M. A. Desgrez). — **De l'influence réciproque de la folliculine et de l'insuline sur la glycémie des chiennes ovariectomisées.**

L'injection simultanée de folliculine et d'insuline révèle, chez la chienne ovariectomisée, deux types de réaction opposés suivat les réponses, préalables de l'animal à l'injection d'insuline. On peut par conséquent admettre que, dans l'organisme, un certain équilibre entre les deux hormones doive intervenir sur la régulation glycémique.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Et. Burnet* et *D. Olmer* (prés. par M. Roux). — **Transmission de la fièvre exanthématique de Marseille aux singes inférieurs.**

La fièvre exanthématique de Marseille, signalée depuis 1922 sur la côte de Provence, est-elle le typhus exanthématique? En vue de répondre à cette question, les auteurs ont insisté sur la reproduction expérimentale de la maladie en s'adressant au singe qui, déjà dans le cas du typhus authentique, est un réactif plus sensible que le cobaye. Ils ont constaté que le sang des malades atteints de la fièvre exanthématique de Marseille a transmis aux singes inférieurs une maladie fébrile. La maladie fébrile a été transmise de singe à singe.

P. Guérin.

Séance du 10 *septembre.*

(fin).

PHYSIOLOGIE. — *Nemours-Auguste* et *Martin* (transm par M. d'Arsonval). — **Sur le rapport de la fécondité et de la haute fréquence dans les postes d'émission de télégraphie sans fil.**

Dans les conditions de l'expérience des auteurs sur deux lots de souris, un mâle, l'autre femelle, la haute fréquence n'a pas déterminé la stérilité.

ÉLECTROPHYSIOLOGIE. — *Philippe Fabre* (transm. par M. d'Arsonval). -- **Théorie cinétique de l'excitation neuro-mussculaire par ondes brèves.**

Le premier stade de l'excitation électrique d'un tissu consiste en une charge ionique des surfaces internes qui s'établit en un temps négligeable lors de l'admission d'un courant constant.

Les ions minéraux B ainsi accumulés doivent s'unir aux ions colloïdaux A du protoplasme avec une vitesse qui caractérise le tissu excité. Cet échange de charges électriques entre ions ne modifie pas la quantité totale d'électricité au niveau de sa surface, qui reste constante jusqu'à l'ouverture du courant.

La chronaxie est inversement proportionnelle à la vitesse de réaction du tissu, à la richesse du protoplasme en ions actifs, au nombre d'ions B par centimètre cube, unis lors de l'excitation liminaire.

Le facteur de l'énergie électrique est constant pour les durées très brèves et cette constante égale la chronaxie si l'on prend la rhéobase pour unité d'intensité.

HYGIÈNE. — *Bordas* et *Neveu* (prés. par M. d'Arsonval). -- **Les piscines publiques.**

L'insalubrité de certaines piscines publiques est devenue un véritable danger public, étant donné qu'il n'existe aucun contrôle contrairement à ce qui se passe dans les établissements similaires à l'étranger. On peut pénétrer dans nos piscines sans passer obligatoirement par la douche et sans avoir subi le moindre examen médical.

On peut se rendre compte que l'eau de pareils établissements n'offre plus les caractères de propreté désirables en filtrant sous pression plusieurs litres de liquide sur des disques de flanelle blanche. On arrive ainsi à connaître en quelques minutes le degré de souillure de l'eau et on peut prendre les mesures nécessaires pour faire cesser la pollution : filtration, stérilisation par le chlore, etc., etc.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Et Burnet* et *J. Bance* (prés. par M. Roux). — **Sur les propriétés de la toxine streptococcique-scarlatineuse purifiée.**

Des expériences relatées dans cette Note, on peut tirer deux conclusions : 1° la réaction n'est pas de la même nature chez le cheval et chez l'homme; des expériences ayant montré que le cheval immunisé réagit encore, il s'ensuit que la réaction de Dick proprement dite existe chez l'homme et n'existe pas chez le cheval. 2° La toxine scarlatineuse ne se comporte pas, à travers les opérations de la méthode de Abt, de la même manière que la toxine diphtérique. Toutefois, il y a lieu de pousser plus loin l'étude parallèle des deux toxines.

P. Guérin.

Séance du 17 *septembre* 1928.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *G. Giraud.* — **Sur une méthode de résolution du problème de Dirichlet pour les équations linéaires.**

— *J. Chokhate* (transm. par M. P. Appell). — **Sur l'approximation des fonctions continues à l'aide des polynomes ou des sommes trigonométriques limitées.**

— *D. Menchoff* (transm. par M. Hadamard). — **Sur la représentation conforme des domaines plans.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *M. Winter* et *P. Lévy* (transm. par M. Hadamard). — **Sur les espaces vibrants.**

ASTRONOMIE. — *Bigourdan.* — **L'Observatoire de Delambre, à la rue de Paradis.**

Delambre avait installé un Observatoire 1, rue de Paradis (aujourd'hui n° 16) et y fit en 1798 et 1799 des observations afin de déterminer la latitude de Paris, qui devait servir au calcul de la méridienne de France, en vue de l'établissement du nouveau système métrique des Poids et Mesures.

L. Franchet.

LITHOLOGIE. — *A. Lacroix.* — **Sur la genèse de la jadéite de Birmanie.**

L'origine de la jadéite proprement dite a fait l'objet de nombreuses discussions. Toutes les théories sont basées sur la considération de la jadéitite seule. L'auteur estime que la discussion doit porter sur l'ensemble des roches du dyke, car elles présentent entre elles de remarquables analogies chimiques. Il faut penser, selon lui, à une action de métamorphisme *endomorphe* subi par le magma qui a rempli le dyke. C'est une désilication qui donnerait naissance à la jadéite.

PALÉONTOLOGIE. -- *G. Delépine* (prés. par M. Barrois.) **Sur les faunes marines du Carbonifère des Asturies (Espagne).**

Le marbre *griotte* des Asturies correspond au sommet du Viséen. La partie supérieure de l'assise de Lena appartient au Westphalien moyen. Les formations intermédiaires : le calcaire des canons et toute la partie presque

stérile (schistes et calcaires) de l'assise de Lena, correspondant au Westphalien inférieur (ou Namurien).

Les découvertes de M. Barrois et de Verneuil ont démontré que la *mer à Fusulines* s'est étendue sur le nord-ouest de l'Espagne; la masse du calcaire des canons en représente le principal dépôt dans les Asturies.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *A. Guichard* (transm. par M. L. Mangin). — **Sur l'existence de faisceaux libéro-ligneux et orientation inverse dans la feuille végétative de *Cladium Mariscus* R. Br.**

Au cours d'une étude sur l'ontogénie de la feuille des Cypéracées, l'auteur a été conduit à observer, chez le *Cladium Mariscus* R. Br., l'existence de faisceaux conducteurs à orientation inverse.

PHYSIOLOGIE. — *Jules Amar* (prés. par M. d'Arsonval). **La question de l'alcool.**

L'alcool de vin ou de bière, à doses très modérées, est un aliment thermogène, pouvant constituer un certain appoint dans les rations d'hiver. Dans aucune circonstance, cet alcool ne peut fournir une fraction, si petite soit-elle, d'énergie musculaire ou nerveuse. La prohibition, en dépit des fraudes et autres excès qu'elle fait naître momentanément, est un acte précieux, dit l'auteur, d'hygiène sociale, les humains étant si peu raisonnables.

P. GUÉBIN.

Séance du 24 septembre 1928.

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *G. Bouligand.* — **Ordre de mesure et dimension des ensembles fermés.**

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *O. D. Kellogg* (transm. par M. Hadamard). — **Unicité des fonctions harmoniques.**

THERMODYNAMIQUE. — *G. Bruhat* (transm. par M. A. Cotton). — **Sur les propriétés géométriques des diagrammes relatifs aux vapeurs saturées.**

ASTRONOMIE. — *G. Bigourdan.* — **Les instruments et les observations de Delambre à la rue de Paradis.**

L'auteur donne la liste des instruments utilisés par Delambre et une analyse des observations faites par cet astronome.

— *Luis Rodès* (transm. par M. Ch. Lallemand). — **Sur une nouvelle méthode pour mesurer le parallaxe solaire.**

La méthode décrite par l'auteur est basée, d'une part, sur les mesures de vitesses radiales de rotation de l'équateur solaire, et, d'autre part, sur les observations de points de repère sur la surface de l'astre, donnant la période de la rotation complète. Cette méthode a l'avantage de permettre la détermination des dimensions et de la distance du Soleil en n'observant que sa surface; sa précision dépend de l'exactitude des trois facteurs : vitesse radiale de rotation du soleil, durée de la période, et diamètre apparent.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *A. Baldit* (prés. par M. G. Ferrié). — **Mesures magnétiques dans le Sud-Ouest de la France.**

Ces mesures ont été effectuées en septembre et octobre 1926 et intéressent les trois départements du Lot-et-Garonne, du Tarn et du Tarn-et-Garonne. Sur les 42 stations dans lesquelles ont été mesuré les trois éléments magnétiques, 9 avaient été déjà visitées par Moureaux, 17 par Mathias et 2 à la fois par Moureaux et Mathias; 14 sont nouvelles. Toutes les mesures ont été doublées, sauf 6 inclinaisons. Un tableau donne les valeurs des éléments ramenés au 1er janvier 1922.

Variation séculaire des éléments magnétiques entre le 1er janvier 1896 et le 1er janvier 1922 pour les trois départements précités :

1° Mesures comparées avec celles de Moureaux :

Déclinaison (10 stations communes)	— 2°52'1
Inclinaison (10 stations communes)	— 0°56'3
Composante horizontales (9 stations communes	+ 0°00'344

2° Mesures comparées avec celles de Mathias :

Déclinaison (12 stations communes)	— 2°53'
Inclinaison (19 stations communes)	— 0°56'5
Composante horizontale (11 stations communes)	+ 0°00'350

PHYSIQUE. — *Erik Holm* (transm. par M. Brillouin). — **Sur l'état dit « Sama-Zustand ».**

Si cet état existe réellement, on doit trouver, dans un vase présentant dans toutes ses parties une température uniforme et renfermant un gaz suffisamment raréfié, une pression de haut en bas que l'on peut, jusqu'à nouvel ordre, désigner sous la dénomination de *pression gravimoléculaire*, pression qui doit pouvoir être mise en évidence à l'aide d'une lame ou d'une plaque, orientée aussi exactement que possible perpendiculairement à la direction de la pression et fixée, par exemple, à l'un des bras d'une balance suffisamment sensible. L'auteur démontre dans cette note l'exactitude de cette hypothèse et ses recherches montrent que la pression gravimoléculaire paraît augmenter avec la pression du gaz, à une allure toutefois moins rapide qu'à l'état d'extrême raréfaction de ce gaz, état pour lequel on peut admettre une proportionnalité directe entre ces deux pressions.

— *T. Peczalski* et *J. Cichocki* (transm. par M. H. Le Chatelier). — **Conductibilité électrique des vapeurs de chlorure de potassium.**

Les expériences effectuées au moyen d'un appareil spécial, décrit par l'auteur, ont permis de conclure que la conductibilité observée était due à l'électrolyse des vapeurs de chlorure de potassium.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *R. de Mallenianu* (transm. par M. A. Cotton). — **Calcul du champ interne de polarisation.**

Dans cette Note, l'auteur montre comment le champ interne peut être évalué par une méthode moléculaire directe, applicable à un assemblage quelconque de molécules, qu'il s'agisse d'un solide ou d'un fluide, isotrope ou anisotrope.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Bary* (prés. par M. A. Th. Schlœsing). — **Structure des filaments obtenus par dessiccation des solutions ferriques.**

Les deux formes particulières de filaments obtenus précédemment par l'auteur en évaporant les solution colloïdales d'oxyde de fer (chlorure, basique de fer) sont constituées par une matière filiforme disposée parallèlement à la ligne de séchage de la solution, noyée dans une matière amorphe de couleur plus foncée provenant de la dessiccation d'une gelée de chlorure basique de fer. Les deux substances constitutives du dépôt, matière filiforme et gelée n'ont pas la même composition chimique, la dernière étant plus riche en chlore et retenant plus d'eau que la première.

— *J. Savard* (transm. par M. V. Grignard). — **Sur les courbes d'absorption ultraviolette des alcools terpéniques, en rapport avec leur constitution.**

Si on compare entre eux tous les alcools examinés, on constate l'existence de deux phénomènes : 1° le phénomène du déplacement des bandes, les ordonnées de

leurs maxima restant sensiblement constantes; 2° le phénomène de l'abaissement des coefficients d'exctinction maxima, leurs abscisses restant sensiblement constantes. Ces phénomènes prouvent l'induction mutuelle des groupements fonctionnels et ne sont probablement pas indépendants l'un de l'autre.

CHIMIE ORGANIQUE. — *V. Grignard, L. Lapayre* et *Tchéou Faki.* — **Sur le monomagnésien de l'acétylène.**

Les procédés employés jusqu'ici pour obtenir le monomagnésien de l'acétylène n'ont pas donné de bien bons résultats; les auteurs ont cherché à accroître le rendement en augmentant la concentration de l'acétyle, en opérant sous pression. La méthode qu'ils indiquent permet d'obtenir le produit en solution dans l'éther avec un rendement de l'ordre de 80 p. 100 qui paraît être beaucoup plus fonction de la pression du gaz que de la température.

L. Franchet.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *E. Bataillon.* — **Etudes analytiques sur la maturation des œufs de Batraciens.**

L'immaturité entraîne la polyspermie chez les œufs d'Anoures normalement monospermiques. Elle commande d'abord, chez ces œufs réfractaires à l'activation, les mêmes stéréomitoses que chez les œufs d'Urodèles. Mais, en poussant plus loin l'étude des œufs de Triton, on s'assure une fois de plus que, même sur un matériel apte à la monospermie et au clivage régulier, il peut rester une marge d'immaturité entraînant toute la série des anomalies classiques avec une turgescence extrême à tous les stades d'arrêt.

Une faible concentration saline a permis de combattre cette turgescence, de tirer des larves viables d'un croisement qui n'en donnait pas, de mener à l'éclosion des neurulas péniblement constituées dans l'eau après un délai double ou même *quadruple* du temps normal (16 jours dans un croisement sur les œufs d'*alpestris*).

Tous les faits d'observation et d'expérience appuient l'*idée d'une hypertension osmotique des œufs immatures* que l'auteur a adoptée comme hypothèse de travail il y a plus de 25 ans.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Et. Burnet* (prés. par M. Roux). — **Sur le pouvoir pathogène du *M. melitensis* et du *B. abortus* pour le singe et l'homme.**

Les expériences relatées dans cette Note confirment les conclusions de l'auteur de 1923. Aux doses de 30 millions chez les macaques, de 200 millions chez l'homme, l'inoculation expérimentale, sous-cutanée, de *B. abortus* tout récemment isolés d'avortements de bovins, n'a pas donné la fièvre ondulante. Même la souche isolée d'un cas humain de « fièvre méditerranéenne à *Abortus* » n'a pas causé la maladie. De plus, l'unique inoculation de *B. abortus* vivants, à dose faible, a vacciné l'homme et le singe contre une dose de *melitensis* qui déterminait infailliblement la maladie fébrile chez les témoins.

P. Guérin.

NOUVELLES

Institut de France. — La séance publique annuelle des cinq Académies aura lieu le 25 courant, sous la présidence de M. Gustave Glotz. En voici le programme :

Discours du président des cinq Académies de l'Institut.

Rapports sur le concours de 1928 pour le prix fondé par M. de Volney, et sur l'emploi des arrérages des fondations Debrousse, Gas et Forestier.

La propagation des ondes radiotélégraphiques, par M. G. Ferrié, délégué de l'Académie des sciences.

Etat et Mécènes, par M. Paul Léon, délégué de l'Académie des beaux-arts.

La coopération intellectuelle et les philosophes, par M. Brunschvicg, délégué de l'Académie des sciences morales et politiques.

Jeanne d'Arc en Lorraine, par M. Louis Bertrand, délégué de l'Académie française.

Académie des Sciences. — L'Académie des Sciences a décerné le prix Albert de Monaco, de 100.000 fr., à M. le Professeur Cotton pour l'électro-aimant qu'il a construit et qui est installé au Laboratoire de Bellevue.

Congrès international d'Océanographie, Hydrographie marine et Hydrologie continentale. — Le Gouvernement espagnol organisera à l'occasion de l'Exposition internationale des Instruments employés pour les recherches océanographiques, hydrographiques et hydrologiques, un Congrès international d'océanographie, hydrographie marine et hydrologie continentale, dont la Séance d'ouverture aura lieu le 1er mai de 1929 à Séville.

Le but principal du Congrès est de réunir les savants de tous les Pays du Monde pour discuter les problèmes plus intéressants d'ordre général, qui ne peuvent pas être résolus par les Commissions internationales existantes, auxquelles ont adhéré un nombre limité de pays.

Auront le droit d'assister au Congrès international de Séville seulement les Délégués des Gouvernements ou des Instituts scientifiques, et seront aussi invités officiellement les savants qui n'ont pas actuellement un emploi officiel.

L'Exposition internationale aura lieu à Séville pendant les mois d'avril, mai et juin 1929 et comprendra les instruments employés pour les recherches océanographiques, hydrographiques et hydrologiques. Un des buts de cette Exposition sera aussi celui de permettre à une Commission d'experts de proposer les instruments et les méthodes « standard » à employer pour les recherches océanographiques internationales.

L'importance de ce but est bien évidente et, certainement, tous les Bureaux intéressés aux recherches océanographiques, hydrographiques et hydrologiques et tous les constructeurs spécialisés, voudront envoyer à l'Exposition les instruments qu'ils jugeront les meilleurs et qu'ils croiront proposer.

Les Instruments et les Méthodes d'emploi seront réunis en neuf catégories.

1) Instruments et Méthodes hydrographiques pour la détermination et la représentation du relif sous-marin

2° Instruments et Méthodes physiques : Thermique-Acoustique-Optique.

3° Instruments et Méthodes pour l'étude des Marées océaniques et terrestres.

4° Instruments et Méthodes pour l'observation et l'étude des Vagues et des Courants.

5° Instruments et Méthodes chimiques. Prise des échantillons d'eau, de gaz, etc.

6° Instruments et Méthodes pour l'étude lithologique des fonds marins.

7° Instruments et Méthodes pour les recherches océanographiques subsidiaires (Météorologie marine, etc.).

8° Instruments et Méthodes pour l'étude du Plancton.

9° Instruments et Méthodes pour les recherches d'Hydrologie continentale.

On acceptera avec plaisir photographies, dessins, modèles, etc., pour illustrer :

10° Navires Hydrographiques et Océanographiques.

11° Instruments Océanographiques, Hydrographiques et Hydrologiques.

Pour tous renseignements, s'adresser à l'*Institut Espagnol d'Océanographie*, 31, Alcala, Madrid, Espagne.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Cité universitaire.* — Le Résident général de France au Maroc a décidé de contribuer à l'aménagement d'un certain nombre de chambres dans la Cité Universitaire. Un crédit de deux cent mille francs a été inscrit à cet effet au budget chérifien.

Le Gouvernement de la République libanaise a prévu au projet de budget de 1929 une somme de cent mille francs pour l'acquisition de deux chambres d'étudiants à la Cité universitaire.

Muséum national d'Histoire naturelle. — L'emploi de Sous-Directeur du Laboratoire de Phanérogamie est déclaré vacant par suite de la mise à la retraite de M. Danguy.

Institut de technique sanitaire. — L'Institut de Technique sanitaire et Hygiène spéciale des Industries, rattaché au Conservatoire National des Arts-et-Métiers, et destiné à la formation de Techniciens de l'Assainissement, ouvrira sa prochaine session le 12 novembre.

Les élèves régulièrement inscrits et qui satisfont à l'examen de fin d'études, reçoivent un diplôme d'Etat : *Brevet de Technicien sanitaire.*

Des auditeurs libres sont admis sans être astreints à une scolarité régulère; il peut leur être délivré un certificat d'assiduité.

L'enseignement est gratuit. Il comprend la Technique sanitaire, urbaine, rurale, coloniale, des constructions, des usines et ateliers, etc... Les leçons à l'amphithéâtre sont complétées par des démonstrations pratiques, manipulations, visites d'installations sanitaires, urbaines et industrielles, examens de dispositifs d'assainissement, rédactions de projets.

La durée des cours est limitée à 3 mois, de façon à permettre aux élèves de province de les suivre, sans séjourner trop longtemps à Paris. La plupart des Cours et Conférences ont lieu le soir, de 20 à 22 h. La scolarité peut être répartie sur 2 années.

Pour inscription et tous renseignements, écrire au Directeur de l'Institut, au Conservatoire National des Arts-et-Métiers, 292, rue Saint-Martin, Paris (3e).

Programme général des cours :

1° Généralités; 2° Technique sanitaire urbaine; 3° Technique sanitaire des constructions; 4° Technique sanitaire des usines et ateliers; 5° Technique sanitaire rurale; 6° Technique sanitaire coloniale; 7° Enseignement pratique.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

La Sensitométrie photographique et ses applications, par Georges Moreau, Doyen de la Faculté des Sciences de Rennes. Un vol. in-8° écu de 303 pages avec 69 fig. Gauthier-Villars et Masson, éditeurs (Encyclopédie Léauté). — Prix : 30 fr.

La plaque photographique a cessé de plus en plus d'être employée d'une manière toute empirique. Le développement prodigieux du cinéma en particulier et la consommation considérable de films qui en résulte a obligé les industriels soucieux de leurs intérêts à baser le traitement des films sur une connaissance approfondie des propriétés des émulsions. Les hommes de science de leur côté ne bornent plus l'utilisation de la plaque photographique à la reproduction des formes; mais ils en font un véritable outil de recherche photométrique. Eux aussi ont été amenés à étudier les lois suivant lesquelles la couche sensible traduit l'impression lumineuse. Les recherches sur les propriétés physiques de la plaque se sont ainsi multipliées et la littérature photographique s'est considérablement accrue.

En France, prncipalement, sous l'influence de L. P. Clerc et de l'œuvre magistrale qu'il mène à bien en éditant Science et Industrie photographiques la plaque photographique a pris rang parmi les outils du physicien les plus précieux et les plus étudiés. L'ouvrage de M. Moreau que nous présentons aux lecteurs de la *Revue Scientifique* est une preuve de l'importance que les physiciens accordent maintenant aux propriétés physiques de la plaque.

Il expose d'une manière complète mais sans développement superflu tout ce qu'il faut connaître pour obtenir les meilleurs documents et pour les interpréter. Son titre est un peu trompeur. La sensitométrie photographique en toute rigueur est l'art de mesurer, d'exprimer et de comparer la sensibilité des diverses émulsions. L'ouvrage de M. Moreau est bien plus général; il formerait un traité complet de photographie si aux sujets qu'il traite s'ajoutait la chimie de l'émulsion, l'étude du révélateur et la technique de la photographie. Le caractère du livre est bien indiqué dans les titres de ses 19 chapitres : La réaction photographique. — Le problème général de la sensitométrie. — Les étalons de lumière et les unités sensitométriques. — Appareils sensitométriques. — Etude photométrique de la densité. — Courbe caractéristique d'une émulsion. — Variations de la courbe caractéristique. — Sensibilité des émulsions. — Propriétés diverses des émulsions. — Loi d'action photographique. — Solarisation, inversion photographique. — Théories de l'image latente. — Sensitométrie des papiers photographiques. — Sensitométrie radiographique. — Etude du support du sel d'argent. — Photographie des couleurs. — Photomicrographie. — Photométrie photographique. — Photographie stellaire.

L'ouvrage témoigne d'une connaissance approfondie du sujet; les auteurs cités sont extrêmement nombreux. Cependant, on regrettera que les références bibliographiques ne soient pas plus fréquentes. Un ouvrage traitant un sujet aussi étendu dans un si petit nombre de pages ne peut naturellement consacrer une étude critique à tous les travaux parus; c'est pour cela qu'il aurait été intéressant de donner au lecteur la possibilité de se reporter aux mémoires originaux. Malheureusement les références données sont peu nombreuses et elles ne se rapportent pas toujours aux travaux les plus importants. Cet inconvénient est d'autant plus regrettable que des fautes d'impression déforment jusqu'à les rendre peu reconnaissables un grand nombre des noms propres cités.

Tel qu'il est, malgré cette légère critique l'ouvrage de M. Moreau sera le bienvenu pour tous ceux qui cherchent à employer d'une manière raisonnée la plaque photographique.

Jules Baillaud.

Le Gérant : M. Hédan.

Imprimerie P. et A. DAVY, 52, rue Madame. Paris.

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 21 — 66e ANNÉE — 10 NOVEMBRE 1928

LA COSMOGONIE DUALISTE ET TOURBILLONNAIRE
SA MÉTHODE ET SES PREUVES

par Emile BELOT
Ingénieur en Chef des Manufactures de l'Etat
Vice-Président de la Société Astronomique de France

La méthode déductive en Cosmogonie.

S'il suffisait de virtuosité mathématique pour trouver le véritable système du Monde, il y a longtemps qu'il aurait été découvert par les éminents mathématiciens qui depuis Laplace se sont attaqués au problème cosmogonique. Mais le malheur veut que l'esprit mathématique ne sait manier dans ses recherches que la *méthode déductive*, qui part de postulats aprioriques, invérifiables, souvent cachés pour en tirer par déduction des conséquences pouvant n'avoir aucun contact avec les réalités. Chaque auteur, au hasard de son imagination, isole dans l'Univers un fait en vue duquel il met en œuvre un postulat : rôle cosmogonique des marées (Darwin), de la capture (T. See), des demi-chocs à distances (Chamberlin et Moulton, hypothèse planétésimale), des différences infinitésimales de densité ou d'attraction dans la nébuleuse primitive (A. Véronnet) pour expliquer les rotations. Mais le postulat implicite le plus dangereux, parce qu'il est caché et considéré comme évident par tous les auteurs, est que l'*architecture des Mondes est l'œuvre d'une force unique, l'attraction*, alors que les faits nous montreront le contraire : *cette architecture est l'œuvre des forces répulsives ou dispersives* : sa stabilité seule est l'œuvre de la gravitation. A partir des postulats aprioriques se poursuit un travail mathématique purement déductif qui s'éloigne de plus en plus des réalités.

Or, la Cosmogonie est une science de la nature : c'est la méthode inductive qui seule peut lui convenir, et non la méthode déductive des sciences mathématiques. Pour faire œuvre utile en Cosmogonie, il faut donc que les Astronomes s'habituent à penser en Physiciens et non en Mathématiciens.

La méthode inductive en Astronomie et Cosmogonie.

L'histoire de l'Astronomie moderne fournit aussitôt la preuve de notre thèse : c'est par la méthode inductive des sciences physiques qu'elle a été fondée par Képler et Newton. Képler travaillant sur les mesures exactes faites par Tycho-Brahé dans l'orbite de Mars et comparant aussi les temps périodiques des planètes, a condensé cet ensemble de données tirées de la réalité dans ses *trois lois empiriques*. Il fallait des formes mathématiques de ces lois remonter par la méthode inductive jusqu'à une théorie explicative. Newton la donne dans la formule

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

simple de la gravitation et l'Astronomie moderne est fondée. La grande supériorité d'une telle méthode est que la théorie expliquera les faits exprimés avec leurs valeurs numériques (puisque c'est de là qu'on est parti) et qu'elle ne laissera aucun paramètre sans signification physique exprimée en nombres. Alors seulement il est rationnel d'appliquer la méthode déductive aux formules de la théorie, parce que l'on sait qu'elles représentent bien la réalité physique, au moins en première approximation, et c'est ainsi que Newton explique la précession, la nutation, les orbites paraboliques des comètes, les marées, etc. On voit que les cosmogonistes travaillant depuis un siècle par déduction sur des postulats aprioriques, suppriment tout simplement la recherche inductive de lois empiriques, seules capables d'asseoir sur les bases solides de la réalité la science cosmogonique.

Pour mettre en œuvre ce programme d'application à la Cosmogonie de la méthode inductive calqué sur celui de Képler-Newton, il fallait trouver dans le système solaire de nouvelles lois empiriques. En novembre 1903 je trouvai *empiriquement* une *loi des rotations directes* qui était l'analogue de la troisième loi de Képler pour les révolutions (1). En 1905, H. Poincaré voulut bien présenter à l'Académie une Note où je démontrais *la loi exponentielle des distances des planètes applicable aussi aux distances des satellites*. L'interprétation physique de ces lois me conduisait à découvrir la *loi des inclinaisons des axes planétaires* insoupçonnée par les astronomes. Enfin, en 1920, je démontrais *la loi des grandes masses* (supérieures à la masse de la Terre). La forme mathématique de ces lois d'abord trouvées empiriquement, devait me servir de guide pour chercher par la méthode inductive une théorie explicative (hypothèse dualiste d'un choc cosmique analogue à celui d'une Nova) d'où je pourrais ensuite, par voie déductive, tirer des conséquences multiples, prévisions de faits à découvrir et vérifications nombreuses, (voir ci-après), processus d'investigation logique identique à celui que Newton avait suivi après la découverte de la gravitation.

Hypothèse de la Cosmogonie dualiste et tourbillonnaire : la Nova protosolaire.

Les deux lois des rotations et des distances s'exprimaient par des formules où deux termes s'additionnaient (1) : de là l'idée que chacun de ces termes correspondait à un des deux corps ayant formé le système planétaire par leur rencontre. Or une Nova est un phénomène dualiste de choc où le spectroscope mesure des vitesses atteignant 2.000 km. par seconde : quelques mois après l'apparition des Novæ de Persée (1901) et de l'Aigle (1918) on photographia des nappes nébuleuses concentriques divergeant du centre. Ces nappes pouvaient être interprétées comme les nappes planétaires du système en formation ou comme des nappes de matière nébuleuse chassées du centre par la pression de radiation intense de la Nova. La Nova Pictoris, au bout de deux ans, vient de même d'émettre plusieurs nappes nébuleuses divergeant du centre. Ma théorie, appuyée sur ces réalités, a pu alors se préciser sous la forme suivante :

Hypothèse dualiste.

Le système planétaire est dû au choc d'un protosoleil en rotation de rayon 62,3 *sur une nébuleuse amorphe en translation, choc détachant périodiquement par pulsation de l'Équateur du protosoleil des nappes planétaires.*

Le choc s'est produit à une vitesse de l'ordre de 2.000 km. par seconde à 28° du pôle Nord du protosoleil, cet angle marquant la direction angulaire de l'axe de l'écliptique avec la direction du système solaire vers Véga. Il y a autant de planètes que de pulsations successives assez intenses pour dilater l'Equateur du protosoleil au point d'y dominer l'attraction centrale.

Chaque nappe planétaire emprunte au protosoleil son mouvement de rotation et de translation à travers la nébuleuse, en sorte que les masses de chaque nappe décrivent dans la nébuleuse des hélices, trajectoires caractéristiques des mouvements tourbillonnaires.

Ces hélices sont évasées vers l'écliptique comme tout anneau gazeux projeté dans un milieu résistant (air) se dilate de telle manière que la méridienne de sa trajectoire est une courbe logarithmique.

C'est en appliquant à la trajectoire méridienne des nappes planétaires dans la nébuleuse la courbe logarithmique [$z = Kl\ (x - a)$] que j'ai

(1) Il est intéressant de noter qu'Auguste Comte dans son cours de Philosophie positive T. II avait prévu l'existence d'une loi des rotations : « on pourrait déduire quelque loi encore inconnue relative aux diverses rotations planétaires qui semblent jusqu'ici tout à fait incohérentes et parmi lesquelles doit pourtant régner sans doute un ordre caché. »

(1) *Distances* $X_n = a + C^n$. — Pour le système solaire $a = 62,3$ $C = 1,886$ l'unité étant le rayon du Soleil.

Loi des rotations directes :

$$T = 23,73\ R^{-\frac{1}{2,6}}\ a^{-\frac{1}{2}} + 0,59\ R\Delta^{-\frac{1}{6}}\left(1 - \frac{1}{\alpha}\right)^{-\frac{1}{2}}$$

(T en heures, R. rayon équatorial de la planète en rayons terrestres, a sa distance en U. A. Δ sa densité par rapport à l'eau, $1 : \alpha$ aplatissement).

Le tableau de la page 651 fait ressortir avec quelle précision ces deux lois se trouvent vérifiées par les planètes et leurs satellites.

TABLEAU. — **Loi exponentielle des distances $x_n = a + C^n$**

[a = rayon du tourbillon générateur; $C = \rho . M^{\frac{1}{3}}$ (M; masse centrale; ρ, voisin de 1)].

Planètes.	Distances calculées.	Distances observées.	Masses $\times 10^9$.
Système solaire : $x_n = 0{,}29 + \frac{1{,}88^n}{214{,}95}$.			
Anneaux zodiacaux	0,2946	»	»
	0,2988	»	»
	0,3065	»	»
	0,3212	»	»
	0,3488	»	»
Mercure	0,4010	0,3870	0,183
	0,4994	»	»
Vénus	0,6849	0,7233	2,360
Terre	1,0348	1	2,998
Mars	1,694	1,5236	0,315
Cérès, etc. ..	2,939	2,76 ± 0,7	»
Jupiter	5,2025	5,2025	929,4
Saturne	9,555	9,5547	275,7
Uranus	17,76	19,218 (rétro)	40,5
Neptune	33,25	30,109 (rétro)	49,4
	62,44	»	»
	117,51	»	»
Système de la Terre : $x_n = 0{,}35 + 2{,}8972^n$.			
	1,35	»	»
	3,247	»	» Angle i
	8,744	»	»
	24,670	»	»
Lune	70,811	60,27	18° ±
Système de Jupiter : $x_n = 0{,}814 + 1{,}716^n$.			
	1,814		
V	2,530	2,53	
	3,759	»	
I	5,867	5,91	
II	9,485	9,40	
III	15,694	14,99 (1)	
IV	26,348	26,36	
	44,63	»	
	76,00	»	
	130,11	»	
VI-VII	222,21	160,4-164,4	29°-27°
VIII	380,75	329.3 (rétro)	148°
IX	652,81	440 (?) (rétro)	158°

Satellites.		Distances calculées.	Distances observées.	Masse $\times 10^9$
Système de Saturne : $x_n = 0{,}1 + 1{,}311^n$.				
0		1,1		»
1	Anneaux C.	1,411	1,2 - 1,5	»
2	Anneaux B.	1,819	1,5 - 1,96	»
3	Anneaux A.	2,353	1,96 - 2,3	»
4	Mimas	3,054	3,07	0,07
5	Encelade	3,974	3,94	0,25
6	Téthys	5,177	4,87	1,10
7	Dioné	6,756	6,25	1,87
8	*Rhéa*	8,826	8,73	4,0
9		11,540	»	»
10		15,098	»	»
11	*Titan*	19,762	20,22	212,8
12	Hypérion, X.	25,877	25,4 - 24,2	
13		33,89	»	»
14		44,40	»	»
15	Japet	58,18	58,91	< 10
16		76,24	»	»
20	Phœbé (IX)	225,03	214 (rétro)	»
Système de Mars : $x_n = 0{,}165 + 2{,}605^n$.				
0		1,165		
1	Phobos	2,77	2,77	
2	Deimos	6,95	6,95	
3		17,84	»	
4		58,14	»	
Système d'Uranus : $x_n = 5{,}41 + 1{,}516^n$.				
0		6,41		
1		6,926	»	
2	Ariel	7,707	7,71	
3		8,895	»	
4	Umbriel	10,689	10,75	
5		13,360	»	
6	Titania	17,54	17,63	
7	Obéron	23,78	23,57	
8		33,31	»	
9		47,71	»	

(1) Différence o - c = 0,7 nécessaire d'après la relation de Laplace : $n_1 + 2n_3 = 3n_2$; car on a : $da_2 = -0{,}081$ et $da_1 = +0{,}043$.

Loi des durées de rotation directe T en heures.

Planètes.

	h	h	calculé h m	observé h m	C−O
Mercure	55,89	+ 0,100 =	55.59,4	?	
Vénus	28,26	+ 0,255 =	28.30,9	29 (?)	
Terre	23,73	+ 0,2511 =	23.58,86	24.00	− 1m
Mars	24,516	+ 0,160 =	24.40,56	24.39,6	+ 1m
Jupiter	4,1208	+ 5,810 =	9.55,85	9.55,6	+ 0,2
Saturne	3,2505	+ 6,996 =	10.14,79	10.14,4	+ 0,4
Lune (apogée)			31j 6h 6	29j12h44	+ 1jr-h8

Pour le Soleil, il faut procéder par intégration et dans le premier terme T_1 de (2), considérer a comme variable de zéro à R_0, distance moyenne de la matière solaire et R comme variable de zéro à R, rayon du Soleil. Si $R_0 = \beta R$, on a

$$T_1 = 495^h{,}143^{-\frac{1}{2}}.$$

Astres	T_1	+	T_2	=	T Calculé	T observé	C−O
Soleil	$495^h{,}143^{-\frac{1}{2}}$	+	54m,13	=	26j1h87	T > 25j	± o(m)
					29.8.32	T < 30	± o(h)

(*a*) $\beta = 0{,}75$ Soleil homogène. (*b*) $\beta = (0{,}75)^2$ densité nulle à la surface, infinie au centre.

démontré la loi des distances, les pulsations étant équidistantes dans la nébuleuse, et l'émission de chaque nappe ayant lieu à la distance du centre $x = a + \varepsilon$, ε représentant la dilatation du rayon $a = 62{,}3$. De tout ce qui précède, il résulte que notre Cosmogonie dualiste est aussi *tourbillonnaire* et pour toutes les planètes le premier terme a de la loi des distances des satellites est le rayon du tourbillon planétaire.

Mais si le choc sur la nébuleuse au lieu d'être produit comme dans le cas du protosoleil près de son pôle, a lieu au contraire dans la région équatoriale, c'est alors une déformation du cercle équatorial qui se produit, déterminant deux pointes saillantes diamétralement opposées qui se détachent du corps central en tournant autour de lui : il se forme donc *une nébuleuse spirale à deux branches* diamétralement opposées, où le mouvement dans les spires est centrifuge. Le corps central peut être un amas globulaire d'étoiles de rayon a avec ou sans mélange de matière nébuleuse. La propriété tourbillonnaire étant caractérisée par la formule $Z = BK\Omega$ on trouve aisément l'équation des branches spirales :

$$\rho = a + \varepsilon e^{B\Omega} \qquad (\rho, \Omega \text{ coordonnés polaires})$$

Ainsi, *la même origine dualiste et les mêmes équations expliquent la formation de systèmes aussi dissemblables en apparence que le système planétaire et les nébuleuses spirales à deux branches opposées.*

Représentation géométrique des nappes planétaires d'après la Cosmogonie dualiste.

Sur un plan perpendiculaire à l'écliptique contenant la direction de l'apex, figurons par leurs méridiennes logarithmiques les nappes planétaires issues de positions équidistantes du protosoleil correspondant à ses pulsations périodiques (fig. 339). Cette périodicité exprimée le long de BZ, par $Z_n = nz$ permet en tenant compte de la valeur de Z (voir ci-dessus) de démontrer la loi exponentielle des distances. On remarque de suite que les nappes divergent en éventail au voisinage de l'écliptique et que les tangentes aux méridiennes logarithmiques ont la même inclinaison que les axes planétaires pourvu que les planètes soient placées à leurs distances relatives exactes ; mais cette coïncidence ne se produit que du côté droit de la figure. Cette dissymétrie est due à la composante V de la vitesse de la nébuleuse primitive dirigée d'arrière en avant de la figure, et qui à gauche est de même sens direct que la vitesse tangentielle des nappes, tandis qu'à droite elle est antagoniste et enroule les nappes sur elles-mêmes. Ainsi est résolue cette grosse difficulté de la Cosmogonie de Laplace, qui ne pouvait expliquer comment il n'y avait à chaque distance qu'une seule planète et comment la condensation de chaque anneau s'était faite rapidement. En même temps se révéla *la loi des inclinaisons des axes planétaires* (1) qu'on peut énoncer ainsi :

A l'origine, tous les axes planétaires des planètes directes sont dans un même plan perpendiculaire à l'écliptique et s'y rencontrent en un même point Q sur la trajectoire du protosoleil vers l'apex (fig. 339).

Dans la loi des inclinaisons, il n'y avait que la longueur K inconnue : en lui donnant la valeur $K = 9{,}903$ u. a. qui vérifiait bien les inclinaisons des axes des planètes directes, j'avais enfin la grandeur permettant de construire à l'échelle le berceau des planètes dans la nébuleuse primitive. L'intervalle constant

$$\lambda = Z_n - Z_{n-1}$$

séparant dans la nébuleuse deux pulsations consécutives du protosoleil était égal à KLC ou $9{,}903 \text{ L } 1.886 = 6{,}281$ u. a. La planète transneptunienne de masse 2,2 et de distance 56,2 (voir plus loin) porte le numéro 15 dans la loi des distances. La distance du bord de la nébuleuse B où la nappe transneptunienne a pris naissance a été distante de l'écliptique primitive de $15 \times 6{,}281 = 94{,}2$ u. a. Cette nappe s'est donc éloignée du protosoleil de plus de la moitié de la distance (94) parcourue par lui dans le même temps. Il en est tout autrement des planètes voisines du centre : Jupiter ($n = 11$) ne s'est formé qu'à la distance 69 sur la trajectoire du protosoleil dont il ne s'éloignait que 5,2 (2).

Il est probable que la nébuleuse avait dans l'écliptique primitive une condensation qui a arrêté près de son plan les orbites des planètes : cette condensation devait occuper le milieu de son épaisseur qui, d'après les données précédentes était voisine de 200 u. a.

Pourquoi la loi des inclinaisons des axes et la loi des rotations ne s'appliquaient-elles pas aux planètes rétrogrades ? Il est facile par la formule des inclinaisons β de connaître la distance 21,7 où une nappe a sa tangente perpendiculaire à la direction de l'apex ($\beta = 62°$). Cette distance est très voisine de celle d'Uranus : dès lors, ainsi que nous l'avons indiqué sur la figure 340, la nappe est enroulée et rebroussée par la résistance de la nébuleuse en forme de tore-tourbillon de grand rayon (5,41 d'après la loi des distances). A plus forte raison en est-il de

(1) (β angle des axes planétaires avec l'axe de l'écliptique, $i = 28°$; $a = 0{,}29$ d'après la loi des distances).

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{x - a}{K\sqrt{\cos i}} - \operatorname{tg} i$$

(2) Dans la figure 339, il faudrait multiplier par 5 les distances mesurées sur Bz pour qu'elles soient à la même échelle que les distances dans l'écliptique.

même au-delà d'Uranus. Ainsi la prétendue anomalie d'Uranus dont l'axe est couché à 8° près dans l'écliptique se comprend clairement : elle n'avait jamais été expliquée, et l'on conçoit que les lois de rotation des molécules dans un tore -tourbillon soient bien différentes de celles des tubes-tourbillons qui ont formé les planètes directes.

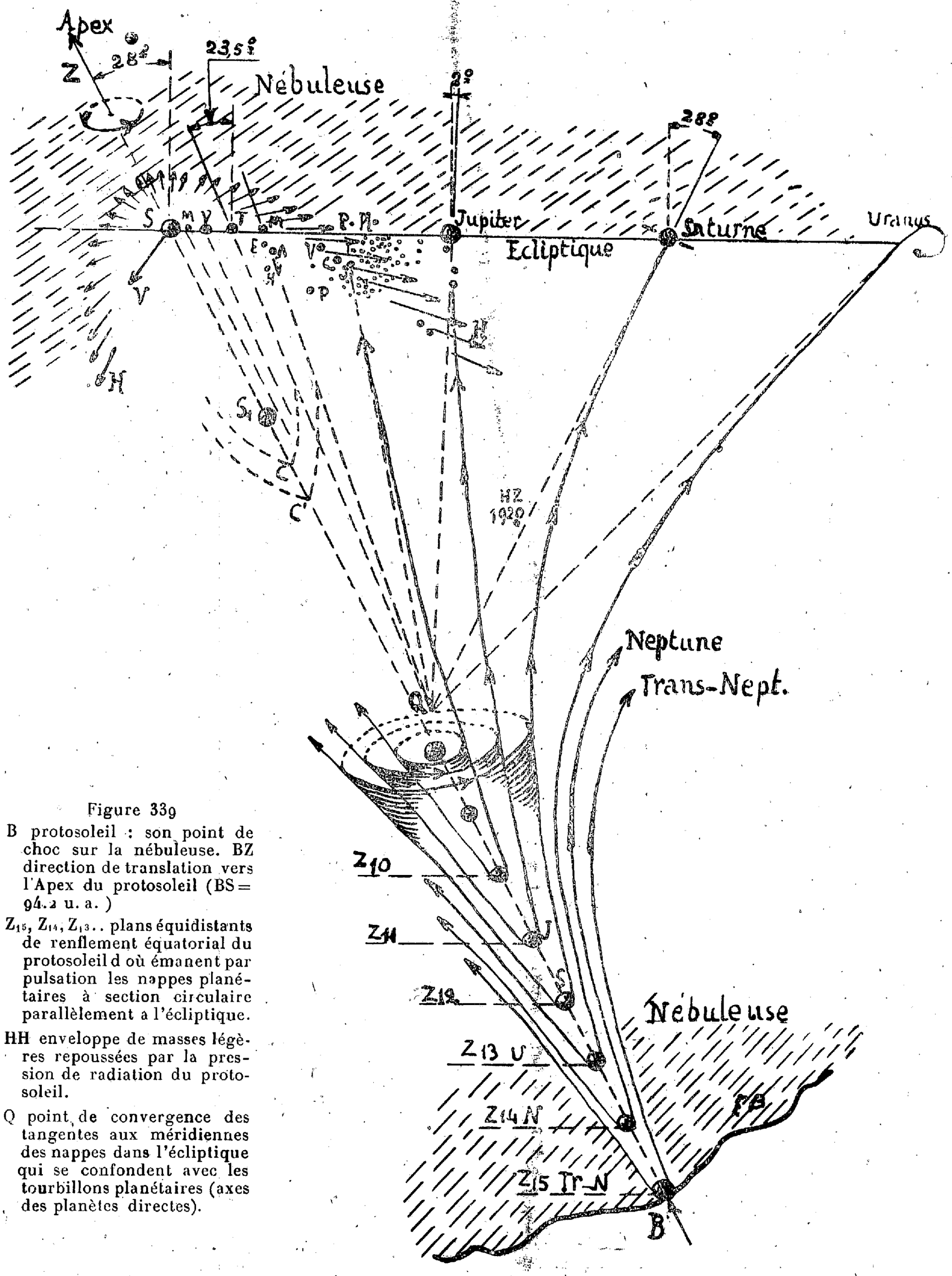


Figure 339

B protosoleil : son point de choc sur la nébuleuse. BZ direction de translation vers l'Apex du protosoleil (BS = 94.2 u. a.)

Z_{15}, Z_{14}, Z_{13}.. plans équidistants de renflement équatorial du protosoleil d où émanent par pulsation les nappes planétaires à section circulaire parallèlement a l'écliptique.

HH enveloppe de masses légères repoussées par la pression de radiation du protosoleil.

Q point de convergence des tangentes aux méridiennes des nappes dans l'écliptique qui se confondent avec les tourbillons planétaires (axes des planètes directes).

Objections faites a la Cosmogonie dualiste : Rôle capital de la pression de radiation dans la nébuleuse.

Nous ne reproduirons ici que les tableaux numériques de vérifications des diverses lois que nous avons démontrées et dont j'ai tiré des remarques intéressantes publiées ailleurs (1). Nous nous attacherons plutôt à répondre à des objections et à accumuler des preuves éparses dans nos publications.

En 1905, j'annonçais que l'astre central primitif avait un diamètre primitif 62 fois plus grand que le Soleil, ce qui parut invraisemblable : car il n'était pas question alors d'étoiles géantes, et c'est en 1923 seulement que Michelson a trouvé dans les interférences un moyen de mesurer les diamètres d'étoiles dont le rayon pour Betelgeuse et Antarès dépassaient les rayons d'orbites de la Terre et de Mars.

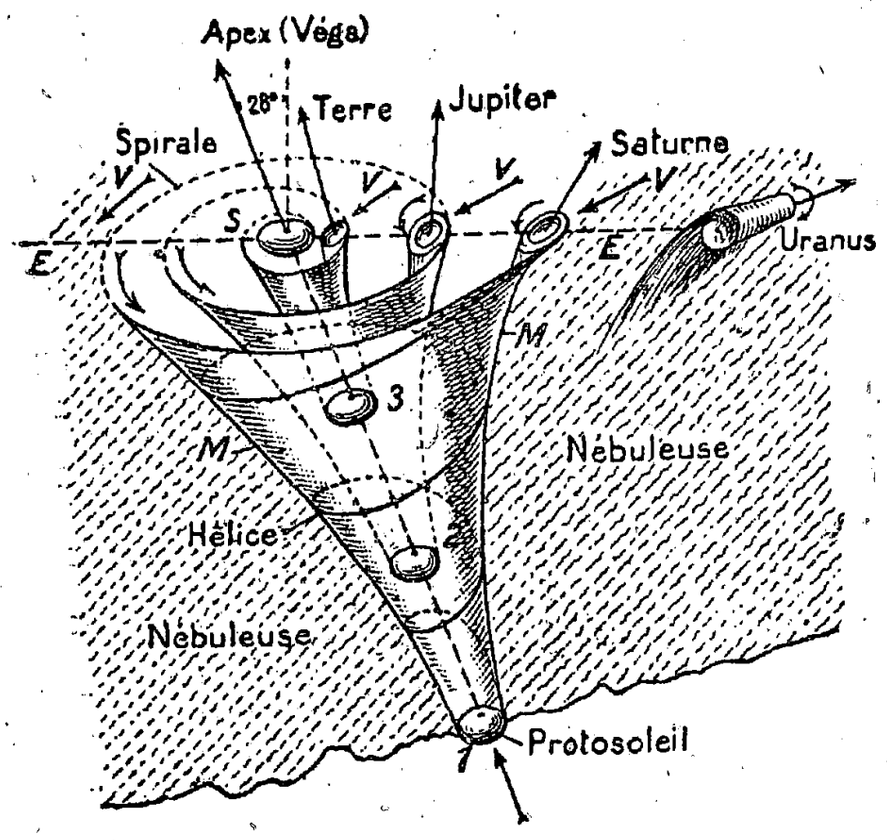


Figure 340. — Vue perspective partielle de la figure 339 pour mieux faire comprendre la formation des nappes planétaires, dont les molécules décrivent des *hélices* évasées projetées suivant des *spirales* dans l'écliptique M méridiennes courbes *enveloppes logarithmiques* des nappes que la vitesse V enroule en tourbillons planétaires (planètes directes) ou en tores-tourbillons (Uranus et planètes rétrogrades).

Autre fait que j'annonçai en 1905 et qui parut incroyable : le système planétaire devait sa naissance au choc d'une Nova, alors qu'on croyait ces phénomènes très rares et qu'on les assimilait à des cataclysmes capables de détruire et non de construire un système. Or, le professeur Bayley, en 1923, faisant relever sur les clichés stellaires toutes les Novæ plus brillantes que la 10e grandeur apparues depuis 30 ans, en dénombrait une telle quantité (plus de 10 par an) que la seule conclusion à tirer de cette statistique était que toutes les étoiles avaient dû passer par la phase de Nova : notre hypothèse avait prévu cette phase pour le protosoleil.

Autre objection : puisqu'il y avait des petites planètes à presque toutes distances entre 2 et 4, il ne pouvait y avoir une loi des distances des planètes. Or, la loi exponentielle des distances pour n = 10 donnait la distance 2.939 : comment cette nappe avait-elle pu se disloquer ? Sans doute sur une condensation discontinue de la nébuleuse au voisinage de l'écliptique, comme le protosoleil avait dans le choc de la Nova dispersé un peu de sa matière sous forme de nappes planétaires, dispersion centrifuge que l'on a photographiée autour des Novæ brillantes. Je pensai alors à la pression de radiation comme cause de dispersion et de sélection des matériaux hétérogènes de la nébuleuse. A la température effective de 24.000° sur la Nova, la force répulsive de radiation était 256 fois celle du Soleil par unité de surface : elle était capable de chasser loin du centre les poussières blanches et légères ainsi que certaines molécules gazeuses qui pouvaient constituer au-delà de la distance 2 *une enveloppe HH en forme de paraboloïde*, tandis que les particules les plus légères pouvaient aller plus loin du centre alimenter de masses abondantes mais légères les planètes Jupiter et Saturne. Alors tout devient clair dans la genèse des petites planètes et des 8 grosses planètes partagées en deux groupes, l'un de 4 planètes de petite masse, mais de grande densité (5), l'autre de 4 planètes de grandes masses, mais de faible densité (1 en moyenne). La nappe X_{10} des petites planètes s'était brisée sur cette enveloppe de masses légères repoussées par le protosoleil à l'intérieur de laquelle ne pouvaient pénétrer, obéissant encore à l'attraction, que les molécules noires et denses condensées sur la Terre et ses voisines et en dehors de laquelle les particules légères et abondantes avaient donné leurs grandes masses à Jupiter et à Saturne. On comprenait aussi la cause empêchant l'existence d'une loi des masses pour les planètes de masse inférieure à celle de la Terre, alors que j'avais pu démontrer une loi des masses pour les astres de grande masse, loi dont voici l'énoncé :

Loi des masses.

La masse planétaire ou protosolaire condensée à la distance R est proportionnelle à l'attraction à cette distance

$$m = \frac{8616,7}{R^2} \text{ (R en u a.)}$$

(1) *Origine dualiste de la Terre et des Mondes*, Paris Payot, 1924.

Il convient seulement de signaler la remarquable correspondance entre le système planétaire et celui de Saturne (Anneaux de Saturne correspondant aux anneaux zodiacaux masse maxima dans les deux systèmes pour n = 8 et n = 11, etc.) dû au fait que la translation du proto soleil et celle de Saturne se font dans la nébuleuse sous le même angle $i = 28°$ avec l'axe de l'écliptique, l'axe de Saturne étant sa direction de translation.

Enfin je trouvais sur la carte des petites planètes représentées en position d'aphélies la trace de l'enveloppe sur laquelle s'était brisée la nappe X_{10}, enveloppe qui passe par les aphélies de Vesta, Cérès et Junon et coupe l'écliptique à la distance 2 sous un angle de 30° : en traversant cette ligne vers l'écliptique la densité des aphélies de petites planètes double subitement. On voit combien de faits inexpliqués du système planétaire trouvent leur explication dans la force répulsive de la Nova protosolaire. La dispersion des petites planètes étant expliquée cesse d'être une objection à la loi des distances.

Une grave objection faite par Newton à la théorie des tourbillons (1) et reprise sous une forme bien différente par Véronnet, vise le moment de rotation des planètes et sa valeur énorme comparée à celui du Soleil. Newton oppose la loi des aires $T \backsim R^2$ d'un tourbillon dans le vide à la loi $T \backsim R^{3/2}$ (troisième loi de Képler). Véronnet cherche très loin, vers la distance de deux années de lumière la cause du moment de rotation du système qui est tout simplement dans le protosoleil géant dont le moment de rotation valait 1.700 fois celui du Soleil actuel. Mais à ce moment communiqué aux nappes planétaires s'ajoute encore l'effet suivant : les masses nébuleuses attirées par le protosoleil exercent une pression sur l'extérieur des nappes planétaires divergeant du centre et augmentent leur moment de rotation exactement comme l'eau attirée vers le centre dans une turbine centripète fait tourner ses aubes.

Henri Poincaré croyait impossible l'existence d'une loi des rotations directes tant il était convaincu de l'influence cosmogonique des marées, idée introduite dans la Science par Darwin pour expliquer l'origine de la Lune par un calcul élégant et vraiment séducteur, mais qui n'a aucun fondement dans la réalité (voir ci-dessous). Les marées agissant diversement sur les diverses planètes auraient dû en effet ne pas laisser trace d'une loi des rotations. J'eus quelque peine à convaincre Poincaré de la réalité de cette loi en lui montrant : 1° que le second terme par son dénominateur $\sqrt{d}$ (d densité) marquait nettement la chute de matière satellaire à l'Equateur, chute qui explique de suite l'accélération de rotation à l'Equateur du Soleil, de Jupiter et de Saturne ; 2° que la théorie explicative de la loi obligeait à remplacer d par $d\left(1-\frac{1}{\alpha}\right)$, $\frac{1}{\alpha}$ étant l'aplatissement de la planète, et que la formule ainsi perfectionnée donnait les durées de rotation à 1 minute près ; 3° qu'en utilisant deux rotations planétaires (celle de la Terre et de Jupiter) pour déterminer les deux coefficients numériques de la loi, j'obtenais en intégrant jusqu'au centre du système la durée de rotation du Soleil (25 à 30 jours suivant l'hypothèse faite sur la répartition interne de la matière solaire) alors que l'intégration introduisait un facteur numérique 54/7 que rien ne pouvait me faire soupçonner. En un mot, pour la première fois, de deux rotations planétaires on pouvait déduire la durée de rotation du Soleil. J'ai trouvé 28 h. 30 m. pour la durée de rotation de Vénus, dont on ne peut voir malheureusement que la surface extérieure d'une épaisse atmosphère. La durée de rotation d'une planète est d'autant plus faible que son rayon est plus grand : la durée de rotation de Vénus doit donc être voisine de celle de la Terre et être un peu plus longue.

(1) Voir Faye, *Origine du Monde*, p. 110 et 118.

Preuves et prévisions diverses.

Toute science a rempli son but quand elle réussit à prévoir des phénomènes qui sont découverts ultérieurement, à diminuer le nombre des causes explicatives des phénomènes ou à ramener à l'unité d'explication des phénomènes qui paraissaient n'avoir aucune relation les uns avec les autres. A ces divers points de vue la Cosmogonie dualiste croit s'être élevée au rang d'une science pleinement explicative.

Elle a prévu dès 1905 l'existence de Soleils géants passant par la phase de Nova qui met le protosoleil en pulsation dont la période undécennale du Soleil est le résidu après amortissement, et qui explique aussi la production de nappes nébuleuses divergeant du centre des Novæ. En 1909, j'ai publié dans les comptes rendus du Congrès de Lille de l'Association française pour l'avancement des Sciences une théorie complète des nébuleuses spirales, donnant l'équation de leurs spires (voir ci-dessus) et y prévoyant le mouvement centrifuge de la matière dans les spires qui n'a été découvert qu'à partir de 1916 par Van Maanen dans diverses spirales, alors que toutes les théories antérieures y supposaient la matière en mouvement centripète. Ma théorie expliquait en outre que les amas globulaires devaient se former *sur un seul côté du Ciel* par la vitesse antagoniste (venue du Sagittaire) de la nébuleuse de notre univers stellaire, exactement comme les planètes s'étaient formées *d'un seul côté* de la trajectoire vers l'apex par la vitesse antagoniste de la nébuleuse traversée par le protosoleil. En un mot les amas globulaires étaient les planètes de l'Univers spiral de la Voie Lactée.

J'avais prévu dès 1911 que l'hélice courbe caractérisant la trajectoire des molécules dans un tourbillon devait être une trajectoire cosmique : mais c'est seulement en 1924 que Curtis a fait connaître les photographies des deux

nébuleuses planétaires en hélice NGC N° 6543 et 7293.

Inclinaisons de l'Equateur solaire et des orbites.

Comment l'axe du Soleil est-il incliné de 7° sur l'axe de l'écliptique et d'où viennent les inclinaisons variables des orbites planétaires dont les plans près du Soleil (Vénus, Mercure) approchent de plus en plus de celui de l'Equateur solaire? Le protosoleil avec une durée de rotation de 57 jours, devait avoir un fort aplatissement que j'ai pu évaluer à 0,38 (en raison de la faible densité 10^{-5} du protosoleil). Par raison de symétrie, c'est seulement dans le cas particulier où la direction de translation du protosoleil aurait coïncidé avec son axe que celui-ci O P n'aurait pas basculé ; mais le choc sur la nébuleuse s'étant produit en C à 28° de l'axe de l'ellipsoïde protosolaire, il est facile de voir

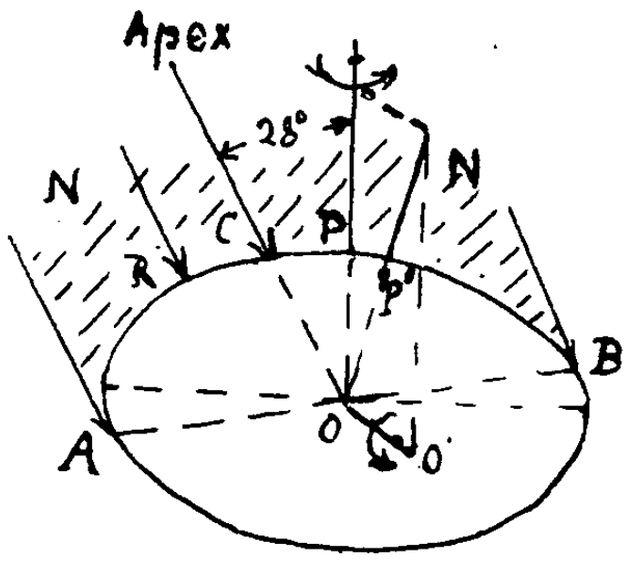


Figure 341
O Centre du protosoleil d'axe OP. ACPB Sa Surface recevant la pression de la nébuleuse N
OO' axe de basculement de sens direct dû à cette pression
OP' position nouvelle de l'axe OP après basculement.

que l'axe de rotation a basculé autour d'un axe OO', la composition de la rotation autour de OO' avec celle du Soleil déplaçant le pôle de P en P' parce que la résultante des pressions R a un moment de sens direct par rapport au centre de gravité O. Ainsi, à chaque pulsation, l'équateur du protosoleil et par suite les nappes planétaires qui s'en échappaient, se sont progressivement inclinés. Or, l'inclinaison de l'orbite de Saturne sur celle de Jupiter est de 1° 10' : il y a eu 12 pulsations (d'après la loi des distances) entre l'émission de la nappe de Saturne et l'écliptique, et ces 12 pulsations se sont progressivement amorties jusqu'à zéro (1). L'inclinaison de l'axe du Soleil doit donc être :

$$\frac{12 \times (1° 10') + 0}{2} = 7°$$

Ainsi, c'est le choc oblique de l'ellipsoïde protosolaire sur la nébuleuse qui est cause des inclinaisons de son équateur et des orbites planétaires.

(1) Par Vénus ($n = 7$) dont l'inclinaison d'orbite sur l'Equateur solaire est 3°37' on trouverait

$$\frac{7 \times 1° + 0}{2} = 3°30'$$

Les petites planètes *HZ* 1920 de la famille de Saturne et Bo 1927 de la famille d'Uranus.

Dans mon *Essai de Cosmogonie* de 1911, j'avais montré que les tubes tourbillons de Jupiter et de Mars avaient abandonné sur leurs trajectoires, marquées par leur direction d'axe dans la nébuleuse, des petites planètes exactement comme une fusée trace sa trajectoire par des particules enflammées, et ce mode de génération était bien différent des petites planètes de la nappe Z_{10}. J'avais donc annoncé qu'on trouverait des petites planètes dans la direction d'axe de Saturne sur la carte des petites planètes ; or la première HZ 1920 a été découverte 9 ans après que je l'avais annoncé : son aphélie est à la distance 9,436, et quand sur la carte des aphélies on la joint à l'aphélie de Saturne, on trouve ainsi la direction $i = 28°$ de l'axe de la planète (fig. 339).

Oikawa à Tokyo vient de découvrir la p. planète BO 1927 dont la distance aphélie 20,1 coïncide avec celle d'Uranus. L'existence de ces petites planètes avait été prévue par moi en 1911 comme conséquence de la translation des tourbillons des grosses planètes dans la nébuleuse.

La planète transneptunienne.

La loi des distances et la loi des masses pouvaient me donner la distance et la masse de cette planète. Je savais par Neptune ($n = 14$) que la loi des distances donne une distance trop forte (33,25) de un dixième de sa valeur parce que l'anneau-tourbillon de Neptune, en se dilatant dans le plan de l'écliptique, avait rencontré la résistance de la nébuleuse. Pour $n = 15$, la distance théorique 62,44 devait être réduite pour la même raison à 56,2 ; la loi des masses donnait 2,2 fois la masse de la Terre. Cette méthode très simple coïncide avec les résultats de Pickering trouvés par la méthode classique employée par Le Verrier pour découvrir Neptune : W. Pickering se servant des écarts de Neptune s'élevant à 2'' par rapport aux tables de Newcomb, a conclu à l'existence d'une planète transneptunienne de masse 2 à la distance 55 (Harvard Obs. circular 215, 1919). Ainsi la Cosmogonie dualiste est dès à présent capable, comme la Mécanique newtonienne, de découvrir des planètes, leur masse et leur distance.

Relation entre les inclinaisons et les excentricités d'orbites. L'excentricité de l'orbite lunaire remonte a l'origine.

La loi des distances appliquée à la Terre montrait que la Lune n'est que le 5e satellite de la Terre, les autres satellites ayant dû disparaître par précipitation sur notre planète au cours des âges. Il y avait déjà là une présomption que la Lune n'était pas sortie de la Terre pour atteindre sa distance actuelle en 56 millions d'années suivant la théorie de Darwin. Mais le calcul de l'excentricité originelle de l'orbite lunaire achève de ruiner cette théorie Figurons la nappe satellitaire N de la Lune à section circulaire montant dans la nébuleuse

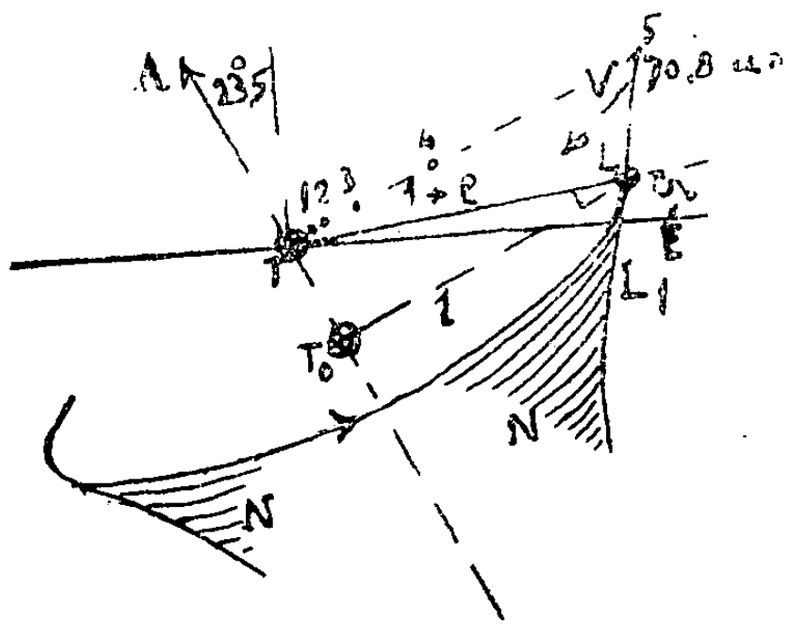


Figure 342

TE écliptique.
L. position finale de la Lune après condensation de son Tourbillon LL ayant amassé la masse de sa nappe N par l'action antagoniste de la vitesse de la nébuleuse.
T_0T positions primitive et finale du centre de gravité de la Terre pendant la condensation de la Lune en L. 1, 2, 3. 4 5. Distances théoriques des satellites dans l'Equateur.

dans la direction TA qui est celle de l'axe terrestre. La Lune, dont le plan d'orbite fait un angle de 5° avec l'écliptique TE, se forme en L, point où la composante V antagoniste de la vitesse tangentielle de la nappe enroule celle-ci en un tourbillon dont l'axe sera celui de la Lune tangent à la méridienne de la nappe et presque perpendiculaire à l'écliptique. Si le centre de gravité du tourbillon terrestre était resté en T_0, la Lune aurait eu une orbite circulaire de rayon T_0L. Mais la masse T_0 a avancé jusqu'en T dans l'écliptique, en sorte que TL est la distance apogée de l'orbite lunaire : l'angle TLT_0 est égal à $18°27' = 23°27 - 5°$, en sorte que $1 = (1 + e) \cos 18°27$, d'ou $e = 0{,}0542$.

Cette valeur théorique coïncide avec la valeur actuelle 0,0549 et les faibles variations séculaires de e s'obtiennent en tenant compte de la variation séculaire de l'inclinaison de l'axe terrestre, qui oscille de 21°59' à 24°36'.

La mécanique newtonienne ne pouvait établir cette relation qu'aucun astronome ne soupçonnait entre les inclinaisons de l'Equateur terrestre, de l'orbite lunaire sur l'écliptique et l'excentricité d'orbite de la Lune.

Cette relation nous paraît une preuve évidente que la valeur de e pour la Lune remonte à l'origine et n'a jamais beaucoup varié, ce qui est en contradiction absolue avec la théorie de Darwin, supposant que e en partant de zéro, est arrivée à sa valeur actuelle en 56 millions d'années. Les calculs de Darwin sombrent par la base dès qu'on cherche à y introduire la résistance de la nébuleuse. Notre théorie nous apprend d'ailleurs que l'émission des nappes satellitaires de la Terre, et leur condensation en satellites à leur distance primitive n'ont exigé que *quelques mois*, et non 56 millions d'années, attendu que la vitesse du tourbillon terrestre se condensant en T pour former la Terre, était de l'ordre de 300 km. par seconde (voir plus loin).

La relation $[1 = (1 + e) \cos i]$ appliquée à la Lune est d'ailleurs générale et permet de calculer les excentricités avec assez de précision dans le cas de la petite planète IIZ 1920, du satellite VI de Jupiter, et de Phébé. Mais d'autres causes d'excentricité des orbites se superposent : ainsi la pression de radiation de la Nova solaire qui agit pour repousser l'aphélie des petites masses de faible densité, ce qui explique qu'avec $i < 10°$ des orbites de petites planètes aient de fortes excentricités allant de 0,30 à 0,38 (1).

Notions nouvelles sur la durée de formation et l'ancienneté des planètes et du Soleil.

On voit que le Soleil à l'état d'étoile géante rouge à faible densité (10^{-5}) préexistait sans doute depuis des centaines de millions d'années aux planètes qu'il a formées dans sa phase de Nova. On sait que les Novæ atteignent en quelques heures leur maximum d'éclat : à la vitesse de 2.000 km. par seconde, le protosoleil aurait pénétré entièrement dans la nébuleuse en moins de 12 h. Pour les Novæ de Persée et de l'Aigle, la durée de pulsation de leur lumière au début a varié de 3 j. à 9 j. Pour parcourir la distance $\lambda = 6{,}28$ u. a. séparant dans la nébuleuse deux positions de pulsation du protosoleil, il lui aurait fallu, à la vitesse de 2.000 km. par seconde, 5 j. 4, durée de même ordre que celle des Novæ modernes. Comment cette courte durée T de pulsation s'est elle allongée et amortie au point de correspondre à la pulsation undécennale du Soleil? C'est qu'en traversant la nébuleuse, le protosoleil a capté une masse non pulsante, qui allonge T exactement comme une masse inerte placée au bout d'un ressort en

(1) E. Belot. *Comptes Rendus*, 20 juin 1927, p. 1537.

augmente la durée de vibration. Assimilons maintenant le protosoleil arrivé dans l'écliptique à une Céphéide de densité 10^{-5}. Shapley a donné les valeurs de T en fonction de la densité (1). On trouve pour le protosoleil T = 39 j. 5, ce qui correspond à une vitesse de 275 km. par seconde pour parcourir $\lambda = 6.281$; à cette vitesse le parcours de 15 λ aurait nécessité 20 mois pour la formation du système planétaire. C'est une durée de cet ordre que mettent en effet les Novæ à évoluer, et l'on sait aussi d'après Stanley Williams que la période de la Nova de Persée est actuellement de 55 jours au bout de 27 ans après son apparition. On voit de quel secours sont les phénomènes observés dans les Novæ pour comprendre la formation rapide du système planétaire.

En contradiction avec l'opinion de beaucoup d'auteurs, la Cosmogonie dualiste nous apprend que toutes les planètes se sont formées en même temps et que si certaines comme Jupiter et Saturne ont une faible densité, ce n'est pas parce qu'étant plus jeunes que les autres elles n'ont pas eu le temps de condenser en un solide toute leur matière : c'est parce que cette matière sélectionnée dans la nébuleuse par la pression de radiation protosolaire, est composée d'éléments chimiques légers ; jamais l'hydrogène de Jupiter et de Saturne ne deviendra du fer par condensation.

Par des méthodes astronomiques indépendantes, j'ai montré (2) que la durée du système planétaire devait être voisine de 330 millions d'années : si la méthode radioactive donne parfois des valeurs atteignant ou dépassant 1 milliard d'années, c'est qu'on mesure ainsi l'âge de la nébuleuse et non l'âge de la Terre ; les masses radioactives de la nébuleuse s'étant condensées sur la Terre alors que la croûte était déjà formée, en sorte que la radioactivité sur la Terre est un phénomène de surface (d'après Joly et Holmes elle ne peut dépasser la profondeur de 16 km sans quoi la Terre se réchaufferait). D'ailleurs, les beaux travaux de Mme Maracinéanu, sous les auspices de Deslandres, ont prouvé que les radiations solaires pouvaient sélectivement radioactiver certains éléments comme le plomb. Dès lors, les radiations des étoiles et du protosoleil ont dû radioactiver les matériaux de la nébuleuse captés ultérieurement par la Terre.

L'architecture profonde le la Terre
(*Distribution des continents et des mers au niveau* —2.000 *mètres*)
déduite de la Cosmogonie dualiste.

La découverte de l'architecture profonde de la Terre déduite du mouvement à travers la nébuleuse de son noyau anhydre dans la direction Nord de son axe me paraît une des preuves les plus convaincantes de la réalité de la Cosmogonie dualiste. De ce mouvement révélé par ma théorie, j'ai déduit qu'à l'origine le pôle du froid, ou plutôt du moins chaud était le pôle Sud, sur lequel sont tombées de l'atmosphère primitive les cataractes du *premier de tous les déluges*, sculptant par des torrents océaniques dirigés du Sud au Nord, l'écorce du noyau anhydre, transportant dans l'hémisphère Nord les matériaux légers d'érosion pris à l'autre hémisphère, et en ayant formé les racines de nos continents. Il en résulte au niveau —2.000 mètres des lois très simples de distribution des continents et des mers (1) qui ne sont pas en contradiction avec les découvertes par les géologues des transgressions marines qui n'ont jamais eu une profondeur de plus de 2.000 mètres.

La chute à des époques distinctes des quatre anneaux satellitaires de rayons 1,35, 3,247, 8,744, 24,67 dans la région équatoriale de la Terre donne une explication entièrement nouvelle des quatre surrections orogéniques, huronienne, calédonienne, hercynienne, alpine.

Origine des Comètes (2).

Les cosmogonies sont en général muettes sur l'origine des comètes, bien que ces astres soient sans doute de beaucoup les plus nombreux de notre système. La Cosmogonie dualiste donne une explication très simple : les masses nébuleuses non captées par les nappes planétaires suivent des trajectoires paraboliques qui convergent en arrière de la trajectoire du protosoleil en des points coniques CC' où leur rencontre produit des noyaux de condensation à vitesse réduite par la résistance de milieu. La figure 339 montre à l'arrière du protosoleil S, le mode de formation des points coniques CC' qui ont le plus de chance de produire des noyaux cométaires au-dessus de l'écliptique, après que les nappes planétaires captant la matière nébuleuse se sont condensés en planètes. Au début, ces noyaux ont des trajectoires paraboliques dont l'axe fait un angle de 28° avec celui de l'écliptique. Mais la trajectoire du protosoleil est incurvée par la vitesse transversale V de la nébuleuse et la vitesse relative du protosoleil dans la nébuleuse diminue en sorte que les axes des trajectoires de ces noyaux cométaires occupent toutes les directions possibles par rapport à l'écliptique. Ce processus ne peut condenser dans les noyaux cométaires

(1) *Astrophysical* J, vo.l XL, 1914.
(2) *Bulletin de la Société Philomasthique de Paris*, 1926, t. XV, p. 12.

(1) *Origine des formes de la Terre*, Paris, Gauthier-Villars, 1918.
(2) *Comptes rendus*, 6 avril 1925, p. 1097.

que les particules de la nébuleuse assez denses ou noires pour obéir à l'attraction malgré la force répulsive de radiation. Mais ces noyaux peuvent alors capter des gaz liquéfiés ou solidifiés qu'ils rencontrent. Ainsi s'explique l'uniformité de composition chimique des comètes qui est celle de la nébuleuse primitive à l'exclusion de toute matière empruntée au protosoleil.

On comprend aussi le peu de masse et le grand nombre des noyaux cométaires, ainsi que les directions divergentes et variées de leurs trajectoires.

Ainsi le protosoleil a formé par convergence de matière nébuleuse dans son sillage les noyaux cométaires comme les grosses comètes ont abandonné dans leur sillage les petites planètes de leur famille.

Conclusions.

L'Univers stellaire fournit à la Science des données plutôt qualitatives physiques, chimiques et statistiques : mais le système planétaire abonde en données numériques précises et variées concernant les distances, les masses, les densités, les inclinaisons d'axe et d'orbite, les excentricités, les durées de rotation et de révolution. C'est donc dans le système planétaire qu'une théorie cosmogonique peut trouver le plus de faits précis à expliquer, à prévoir ou à rattacher les uns aux autres, de manière à obtenir un critérium certain de réalité.

S'il est vrai de dire avec Poincaré qu'un phénomène mécanique pris isolément peut recevoir une infinité d'explications, le lecteur aura sans doute comme nous la conviction qu'il n'y a qu'une explication mécanique possible pour rendre compte d'un ensemble de phénomènes cosmiques aussi complexes et interdépendants que ceux que nous offre le système planétaire. Après les nombreuses preuves et prédictions qu'a pu grouper ici la Cosmogonie dualiste et tourbillonnaire, elle doit sans doute représenter au moins dans ses grandes lignes la réalité et la vérité cosmiques

LES BARRAGES

par **F. BONNET**
Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées

Fin (1)

Construction des barrages-poids. — Les barrages s'exécutaient autrefois en maçonnerie ordinaire et chaux hydraulique, avec des matériaux de choix comme moellons, sable et chaux, mais avec un matériel très réduit. Aussi, de quelque main-d'œuvre que l'on disposât, fallait-il plusieurs années pour les construire, et d'une campagne à l'autre on pouvait ainsi mettre la maçonnerie partiellement en charge, comme pour la préparer à l'effort final.

Aujourd'hui, comme en toutes choses, on ne sait plus attendre. Dans le minimum de temps il faut exécuter le maximum de masse. On ne pouvait le faire pour les barrages qu'en substituant le béton à la maçonnerie et le ciment à la chaux. Quelquefois aussi, on noie dans le béton de gros blocs naturels pour obtenir ce qu'on a appelé la maçonnerie cyclopéenne. On économise ainsi du mortier, mais l'enrobage des blocs dans le béton peut laïsser à désirer et on paraît revenir de cette méthode.

Pour l'exécution des travaux, une voie ferrée, construite pour la circonstance, va chercher à la carrière la quantité considérable de moellons qu'il faut pour édifier le barrage ; un autre embranchement se dirige sur la gare la plus proche, lorsqu'il y en a une, pour aller chercher le ciment, la chaux et les autres matériaux ainsi que le matériel industriel qui est nécessaire. Quant au sable et gravier, s'il n'y en a pas à proximité de bonne qualité, on pulvérise tout simplement la roche pour en avoir. La grosseur du grain obtenu est ainsi celle que l'on veut et la maçonnerie ne peut qu'y gagner en homogénéité et en qualité.

On construit ensuite les baraquements nécessaires pour loger le personnel et les ouvriers. On installe les voies de service, les ateliers de concassage de la pierre, de pulvérisation du sable, de fabrication du mortier et du béton ; on dresse les pylônes, on jette d'une rive à l'autre les câbles transporteurs, on monte les derricks, les câbles porteurs des goulottes et des bennes qui amèneront le béton dans la masse du barrage.

En même temps, on attaque les déblais de la fondation, on met le roc partout à nu, on y pratique les arrachements nécessaires pour avoir ensuite une bonne liaison du massif et de la roche d'appui ; on fouille les encastrements

(1) Voir la *Revue Scientifique* du 27 octobre 1928.

dans la roche des rives ; on creuse le parafouille en surprofondeur de la fondation ; on y perce des trous de forage allant jusqu'à 15 mètres de profondeur, pour les injecter ensuite de coulis de ciment sous pression pour compléter l'imperméabilité du terrain; on pratique plus en aval d'autres trous de sondage qui serviront au contraire de drain pour que l'eau ne puisse se mettre en charge sous le barrage et exercer des sous-pressions ; enfin on attaque le remplissage de la fouille en béton.

En ce qui concerne l'élévation, aujourd'hui, on n'exécute plus les grands barrages d'une seule masse, en un monolithe unique. C'est que les bétons s'échauffent pendant la prise du ciment, et la température de la masse s'élève dans les environs de 40°. Des dilatations s'ensuivent pour faire place plus tard, quand le refroidissement s'opèrera, à des retraits et à des fissures. Et puisqu'il faut subir ces fissures, mieux vaut les localiser à des points de contraction choisis d'avance. Les grands barrages sont donc construits par sections isolées, de 15 à 30 mètres et plus de longueur, en arrêtant toutefois un joint sur deux à mi-hauteur, et on alterne la construction des blocs pour que les premiers construits aient le temps de se refroidir un peu quand on vient attaquer les autres. Pour s'opposer au passage de l'eau entre les deux faces de chaque point de contraction dont l'une reçoit une couche de bitume pour qu'il n'y ait pas soudure de la maçonnerie, on dispose les faces suivant des cannelures, on ménage un ou deux puits de drainage sur la longueur du joint et on place à l'amont une feuille de cuivre prise dans les deux blocs, mais pouvant subir un peu de flexion à la façon d'un soufflet.

D'autre part, pour recueillir les eaux d'amont qui peuvent parvenir à s'infiltrer dans la masse, et pourraient s'y mettre en charge, on ménage dans la maçonnerie : des drains généralement verticaux, près de la face amont, des puits qui recueillent l'eau des drains, des galeries visitables où débouchent les puits et qui collectent les eaux pour les évacuer vers l'aval par une galerie transversale. Par les débits qu'on pourra ainsi observer et mesurer, on se rendra compte par la suite, de la manière dont les maçonneries se comporteront sous la charge du réservoir et procéder à temps aux injections de ciment ou autres réparations qui pourront s'indiquer.

Ajoutons qu'on s'oppose efficacement à la pénétration des eaux en employant un béton plus riche sur une certaine tranche du côté de l'amont et en exécutant sur le parement un enduit de ciment très riche, quelquefois armé, d'autre fois combiné avec de l'asphalte ou du bitume. On a même envisagé l'exécution d'un masque à l'amont, qui isolerait de l'eau, la masse du barrage, comme on l'a fait à la Bouillouse, mais l'expérience a fait rejeter cette solution.

Point n'est besoin d'ajouter qu'on s'attache à obtenir des bétons aussi compacts, aussi imperméables que possible tout en cherchant à avoir la plus grande résistance et, naturellement, un prix de revient inférieur.

Tou ces travaux de préservation des maçonneries s'exécutent du reste sans retarder l'exécution des ouvrages, grâce aux dispositions prises et à l'outillage considérable dont disposent les chantiers, permettant d'employer journellement des quantités énormes de béton, jusqu'à plusieurs milliers de mètres cubes.

Ajoutons que toutes ces précautions ne suffiraient pas pour assurer la stabilité des barrages s'il n'en était pris une autre encore plus essentielle : c'est celle d'accompagner tout barrage d'un ou plusieurs déversoirs, ou autres ouvrages évacuateurs, capables d'assurer l'évacuation des débits des crues, non pas seulement des crues connues, mais de toute crue extraordinaire que l'étendue du bassin et une concordance de circonstances défavorables peut faire envisager. On peut toujours y arriver, car si le développement manque pour avoir la longueur de déversement nécessaire, on s'en tire toujours en ménageant des vannes qui, levées à toute hauteur, puissent assurer des débits considérables. En fait, le déversoir est pour la conservation du barrage, ce que la soupape est pour la machine à vapeur.

Dans quelques barrages, comme à Wyrnwy, à Barrett, à Yadkin-River, cités plus haut, à Avignonet sur le Drac (fig. 343), on a admis le déversement par dessus le barrage lui-même. Mais il faut alors donner au parement aval une forme courbe pour faciliter l'écoulement de la nappe déversante et réduire au minimum l'influence, sur l'ouvrage, des effets dynamiques dont s'accompagne une perte d'énergie aussi considérable que celle qui correspond à la chute. Il faut surtout faire tout le nécessaire pour se garantir contre les affouillements à l'aval, comme on le voit au barrage d'Avignonet.

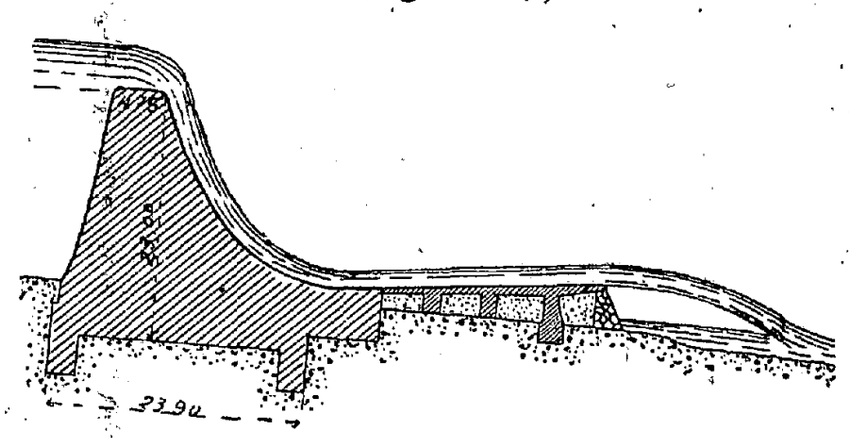


Fig. 343 — Avignonet

De la condition Maurice Lévy. — Avant de quitter les barrages-poids, nous devons dire un mot de la condition Maurice Lévy, qui a si sou-

vent divisé et divise encore les ingénieurs, sur le point de savoir s'il doit y être satisfait obligatoirement ou non.

A la suite de la rupture du barrage de Rouzey, le 27 avril 1895, qui coûta la vie à 86 personnes, en cherchant à établir les causes de cette catastrophe, Maurice Lévy arriva à poser comme nouvelle condition de stabilité à satisfaire pour les barrages-poids, la condition suivante : c'est que le travail de la maçonnerie à la compression sur le parement amont, lorsque le barrage est en charge, soit, en chaque point, au moins égale à la pression hydrostatique qui s'exerce au même point.

On comprend, en effet, que si la condition est remplie, l'eau n'aura pas de tendance à pénétrer dans la masse du barrage, puisque la pression y sera plus forte que sa propre pression. Et si même cette pénétration avait lieu par des fissures horizontales — seules à considérer comme dangereuses pour l'action des sous-pressions — qui viendraient à se produire pour une cause quelconque, dilatations contrariées, mouvements sismiques, appauvrissement des mortiers, malgré l'effort de soulèvement qui en résulterait, la résultante du travail sur l'étendue de la fissure n'en resterait pas moins une compression, c'est-à-dire un effort de haut en bas ; en sorte qu'il n'y aurait pas tendance au renversement du massif supérieur autour de l'arête du parement aval.

Malgré ce résultat important pour la stabilité des barrages et qui prendra d'autant plus de valeur que les maçonneries seront plus anciennes, beaucoup d'ingénieurs, à l'étranger et même en France, en particulier les ingénieurs américains, n'ont pas admis ou admettent difficilement l'obligation de satisfaire à la condition Maurice Lévy, parce qu'elle serait coûteuse, comme exigeant un surcroît d'épaisseur du profil et par conséquent un volume plus considérable de maçonnerie.

Mais en approfondissant la question, on établit que dans tous les cas de la pratique et tous comptes faits, la dépense supplémentaire qu'entraîne la condition Lévy ne serait même pas de l'ordre de 5 o/o des dépenses de premier établissement pour les grands barrages et de 6 à 8 o/o pour les moyens (1).

Dans ces conditions il n'apparaît pas qu'il puisse être justifié de réaliser quelques économies d'ordre aussi secondaire quand c'est la vie même de toute une population de l'aval qui est en jeu.

Barrages-voûtes. — On vient de dire ce qu'étaient les barrages-voûtes. Construits pour fermer des gorges rocheuses escarpées, ayant peu de longueur et recevant une forme courbe très prononcée, ils s'arc-boutent pour ainsi dire sur les flancs de la gorge, en sorte que leurs maçonneries travaillent à la façon d'un arc sous la poussée horizontale de l'eau du réservoir.

Cette circonstance favorable permet de réduire

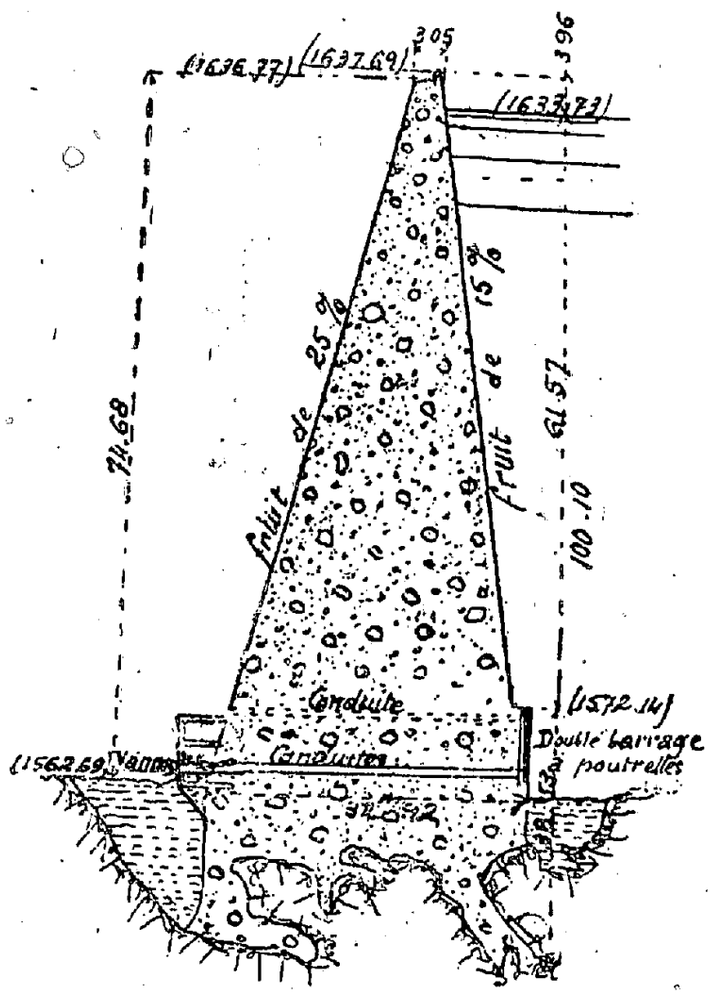


Fig. 344 — Shosohne

considérablement l'épaisseur de ces barrages, par rapport à ce qu'elle devrait être s'il s'agissait de barrages-poids de même hauteur, parce

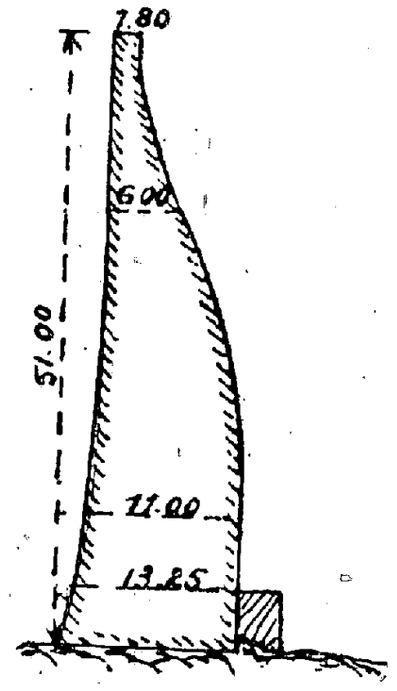


Fig. 345 — Salmon Creek

que c'est sur les enracinements que se reporte une grande partie de la charge à supporter, et que l'ouvrage est ainsi protégé par sa forme même contre tout risque de renversement vers l'aval. Pour la même raison, les fissures verticales venant à se produire sous l'effet de dilatations et retraits, n'ont plus tendance à s'ouvrir sous la poussée de l'eau comme dans les barrages rectilignes, mais au contraire à se refermer.

(1) Voir la question traitée par l'auteur. Annales des Ponts et Chaussées 1927, tome V.

Parmi les plus importants des barrages-voûtes on peut citer : aux Etats-Unis, le Shoshone (fig. 344), avec ses 100 m. 10 de hauteur totale et 74 m. 68 au-dessus de la rivière ; Pathfinder ayant le même profil mais avec seulement 66 m. 45 de hauteur ; Salmon-Creek (fig. 345), qui sert de champ d'expérience pour établir les conditions de résistance de ce genre de barrage : Sweetwater, qui a pu livrer passage, sans dommage, pendant quarante heures à une lame déversante de plus de 0 m. 50 ; en Espagne, Elche, dont il a été déjà parlé (fig. 308), Montéjaque (fig. 346) avec 74 m. de hauteur ;

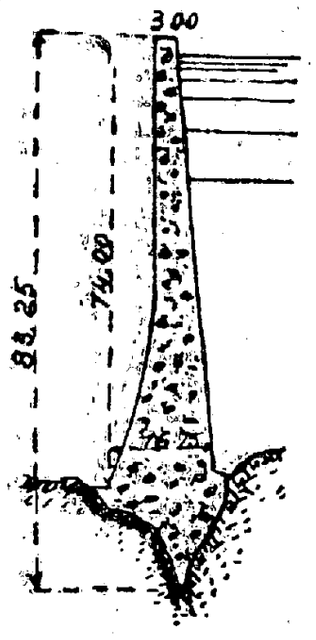


Fig. 346 — Montéjaque

Barossa, en Australie (fig. 347), au sommet très effilé, mais avec rails cintrés, noyés à la partie supérieure ; la Jogne, en Suisse, avec ses 50 m. 50 de hauteur.

D'autres barrages, de moindre hauteur, sont

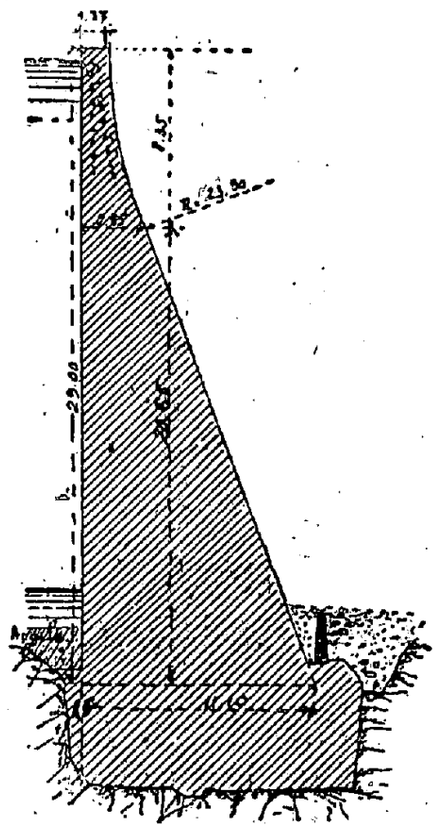


Fig. 347 — Barossa

encore beaucoup plus effilés. Citons : Amsteg, en Suisse (fig. 348) avec 0 m. 80 d'épaisseur au sommet et 3 m. 30 à la base pour 36 m. de hauteur ; Corfino, en Italie, avec 1 m. 50 en tête et 7 m. au pied pour 35 m. 50 de hauteur ; Crow-ley-Creek aux Etats-Unis, avec 0 m. 96 seulement en couronne et 2 m. 80 à la base pour 27 m. 45 de hauteur, etc. Ajoutons toutefois que les faibles épaisseurs admises au sommet demandent généralement d'y armer les maçonneries pour parer aux efforts d'extension qui peuvent s'y produire.

A la vérité, l'établissement d'un barrage-voûte demande une situation topographique spéciale et qui se rencontre assez rarement. C'est si vrai, qu'en France on ne peut citer que deux barrages-voûtes et encore ne sont-ils que de faible hauteur : le barrage Zola, près d'Aix-en-Provence, avec 36 m. 50 de hauteur, 12 m. 75 d'épaisseur à la base et 5 m. 80 au sommet ; le barrage de Savenay (Loire-Inférieure), construit par les Américains pendant la guerre, avec 15 m. 85 de hauteur, 1 m. 60 d'épaisseur au sommet et 4 m. 80 à la base.

D'autre part, au fur et à mesure que le rayon de courbure d'un barrage s'accroît, son épaisseur doit augmenter en proportion, parce que

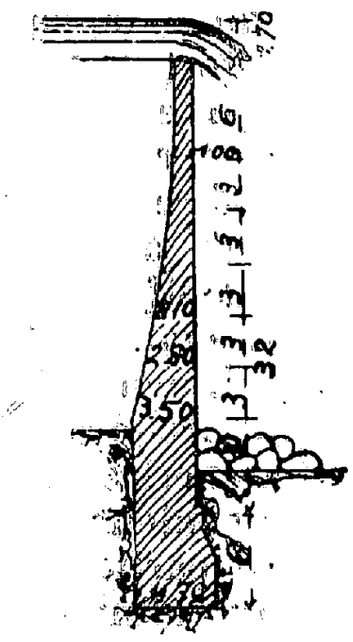


Fig. 348 — Amsteg

l'effet de voûte s'annihile de plus en plus, et lorsque la longueur en crête arrive à égaler trois fois la hauteur, il ne faut plus le traiter que comme un barrage-poids. Dans l'intervalle, du reste, on ignore dans quelle mesure exactement la maçonnerie, aux différents niveaux, travaille comme un arc encastré sur les rives ou comme faisant partie d'une console encastrée dans les fondations ; ce qui rend incertain le calcul de l'épaisseur.

Les avantages marqués des barrages-voûtes devaient conduire à étendre la solution à des barrages à voûtes multiples, qui seraient construits à la façon d'un pont qu'on ferait tourner de 90° pour rendre ses voûtes verticales. On y a songé, mais la solution n'a été généralisée que pour les barrages en béton armé, dont il sera parlé un peu plus loin.

Cependant, il existe un ouvrage curieux et remarquable de cette forme, c'est celui de Meer-Allum (Indes anglaises). D'une longueur de

800 m., il comporte 21 arches à plein cintre de 21 m. 30 à 44 m. 80 d'ouverture, ayant uniformément 2 m. 53 d'épaisseur et s'appuyant sur des piles de 7 m. 31 de largeur et de 12 m. 80 de longueur à la base. Toutefois, la hauteur de la retenue n'est que de 11 m. 80.

Barrages-voûtes à charge fractionnée. — Nous avons dit que la solution du barrage-voûte demandait, pour être appliqué, qu'une gorge rocheuse et abrupte offrit ses flancs pour l'encastrement de l'arc que constituerait le barrage.

MM. Mesnager et Veyrier ont pensé pouvoir généraliser la solution par les barrages-voûtes à charge fractionnée et ils ont proposé un projet de barrage de 70 mètres de hauteur à construire à Marège, sur la haute Dordogne. Voici en quoi il consisterait (fig. 349).

Au lieu de construire un barrage-poids de

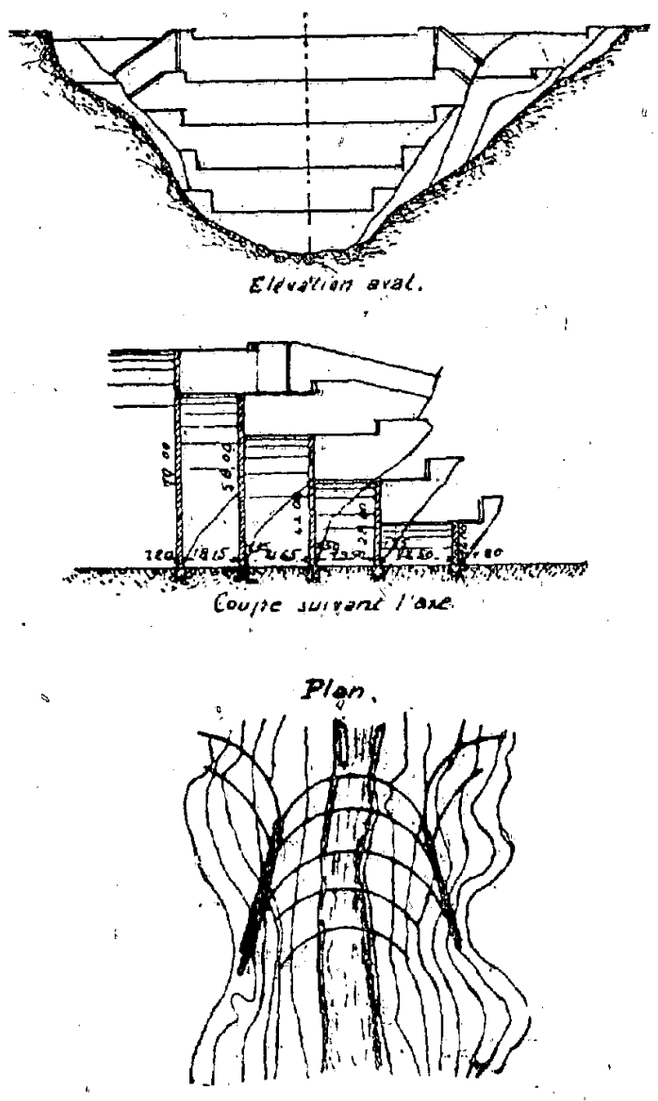


Fig. 349. — Projet de barrage fractionné.

70 mètres de hauteur, on lui substituerait cinq barrages-voûtes de tracé sensiblement axial et concentrique, qui constitueraient une série de cinq biefs superposés correspondant chacun à un 1/5e de la chute totale, soit 14 mètres. Les cinq voûtes ayant à supporter la même charge d'eau, elles recevraient la même épaisseur, à la petite différence près tenant à la différence des rayons de courbure, et cette épaisseur serait naturellement réduite à celle correspondant à la forme de voûte.

D'autre part, le barrage ne serait plus accompagné, comme à l'ordinaire, du déversoir nécessaire pour l'écoulement des plus fortes crues, mais chaque voûte constituerait elle-même arête de déversement, les masses déversantes tombant successivement dans les matelas d'eau formé par chaque retenue.

A la vérité, on retrouverait bien ainsi le principe et les avantages du barrage-voûte. Mais la longueur totale des voûtes serait considérable, et par conséquent, les fondations, les enracinements, les enduits sur parements, etc. Et puis, il faudrait trouver une roche propice pour fonder ou s'encastrer, régnant sur une grande surface et en même temps se présentant d'une façon à peu près symétrique, sans quoi les dispositions d'ensemble du barrage s'en trouveraient compliquées. De plus, il faudrait assurer l'intercommunication des biefs pour qu'aucune voûte ne risque d'être mise en charge avant que la contre-pression du bief inférieur ne s'exerce sur sa face aval. Enfin, on peut avoir quelques craintes sur ce qui se passerait au point de vue des vibrations lorsque les débits formidables d'une grande crue dévaleraient en cascade d'un bief à l'autre. Et puis, encore, que deviendraient les arbres, les corps flottants, les glaces entraînées au moment des débâcles ? Ne viendraient-ils pas se coincer dans les redans des biefs dont il faudrait par ailleurs empêcher le colmatage. La solution n'est donc pas sans appeler des réserves. L'esprit se tranquillise beaucoup plus de voir une grande masse de maçonnerie opposée à la poussée et à l'action d'une grande masse d'eau.

Barrages-usines. — Sur les rivières à grand débit, les barrages qu'on construit pour le service d'une usine, ou pour créer un bief de navigation, ne relèvent le plan d'eau à l'amont que de quelques mètres, ce qui ne les empêche du reste pas de pouvoir fournir l'énergie de très puissantes usines, parce que les débits mis en jeu sont très considérables.

Ces barrages se composent d'une série de pertuis très larges fermés généralement par de puissantes vannes métalliques équilibrées qu'on manœuvre du haut d'une passerelle de service jetée d'une pile à l'autre. Souvent aussi, un pont-route est accolé sur la face aval pour le passage d'une voie de communication. Sur l'une des rives, et suivant des dispositions diversement combinées, est installée l'usine, avec son bassin de charge, ses bâtiments, son canal de fuite. Sur l'autre rive est généralement construite une écluse de navigation dont le bief est créé par la retenue de l'usine.

La fig. 350 reproduit les dispositions du barrage d'Augst, construit de 1908 à 1912 pour les usines d'Augst, et de Wyhlen, de 15.000 chevaux chacun, sur le Rhin, près de Bâle, une sur la rive Suisse, l'autre sur la rive badoise. Il comporte 10 pertuis de 17 m. 50 d'ouverture, séparés par des piles de 4 m. 20 de largeur et fermés par des vannes levantes du type Stoney, de 9 m. de hauteur, donnant une chute de 5 à 8 mètres, suivant le niveau du fleuve.

Dans d'autres barrages, les pertuis sont fermés par des vannes à cylindre, énorme cylindre métallique qui monte ou qui descend pour dégager ou obturer la passe, des vannes à secteur, des vannes à segment qui pivotent autour d'un axe. Chaque vanne ferme un pertuis de 20, 30 et jusqu'à 45 mètres d'ouverture.

Lorsque les barrages servent uniquement

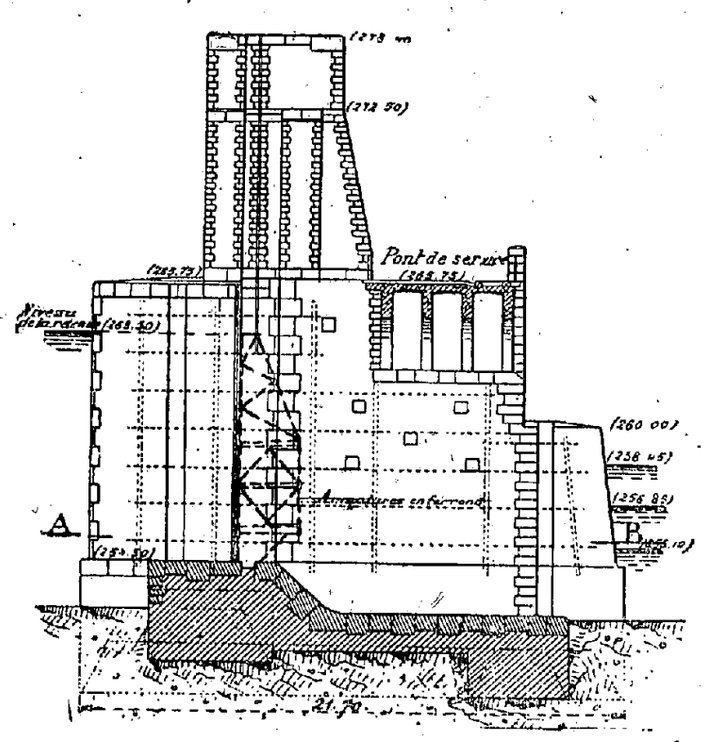


Fig. 350 — Augst

pour un service de navigation, comme celui de Poses, sur la Seine, par exemple, les passes sont alors fermées par des éléments mobiles supportés par des ponts supérieurs ou par des fermettes à rabattement : barrages à aiguilles, vannes Chanoine, vannes Boulé, rideaux Camire, vannes Stoney. La longueur des passes n'est alors limitée que par la portée des passerelles de service.

Enfin, dans les rivières à lit très large et charriant beaucoup de galets, le barrage peut ne consister qu'en une simple levée ancrée sur la rive où se trouve l'usine et s'étendant sur une partie du lit, pour aller prendre, puis diriger les eaux, comme à l'usine de la Brillanne, sur l'Isère. Bien entendu, la levée s'accompagne d'un déversoir, d'un ou plusieurs pertuis et d'une passe à galets près de la prise d'eau de l'usine.

III. — Barrages en béton armé.

Par sa souplesse d'adaptation à toutes les formes, à toutes les dimensions, à toutes les résistances, le béton armé devait aussi fournir sa solution dans l'art de construire les barrages.

Ici, ce n'est plus une masse de terre, de maçonneries ou d'enrochements qu'on oppose à la poussée formidable des eaux du réservoir, mais presque une dentelle de contreforts effilés, d'écrans minces et pourtant très étendus, de poutres et d'arcs, de contreventement, de passerelles de service, le tout trouvant la résistance nécessaire dans la solidarité du tout, grâce aux armatures judicieusement réparties dans la masse du béton.

Une série de voûtes, ayant seulement quelques centimètres d'épaisseur, inclinées à 45° environ, appuyées sur des contreforts comme sur les piles d'un pont, ou bien encore de simples panneaux constituent les écrans qui retiennent les eaux. Les contreforts reportent la poussée qu'ils reçoivent sur le terrain de fondation, soit par un radier général répartissant la charge sur toute la surface du sol s'il n'est pas très résistant, soit simplement par des semelles si le barrage repose sur la roche très dure.

Dans ces barrages, l'eau qui porte sur les écrans inclinés, contribue à la stabilité de l'ouvrage, en s'opposant au renversement par son poids, tout comme le ferait une masse équivalente de maçonnerie. C'est l'avantage du système qui, s'ajoutant aux qualités propres du béton armé, permet les solutions les plus variées. Généralement, les intervalles entre les contreforts restent dégagés, en sorte que l'observateur qui s'approche de la face aval de l'écran n'est plus qu'à quelques décimètres de l'énorme masse d'eau qui le surplombe. D'autres fois, les intervalles sont fermés par une façade d'aval, derrière laquelle on installe l'usine elle-même avec tout son appareillage mécanique et électrique. Ailleurs on y a fait des jardins d'hiver, des fontaines lumineuses, etc.

A l'étranger, principalement en Amérique, il y a eu au début un certain engouement pour les barrages en béton armé. La solution est élégante, économique, rapide d'exécution, permettant de se passer de beaucoup de main-d'œuvre et de matériaux là où on n'en dispose pas. On a donc construit des barrages nombreux et d'une hauteur importante, comme le barrage de Combamala (1917-1918), en Italie (fig. 351) où

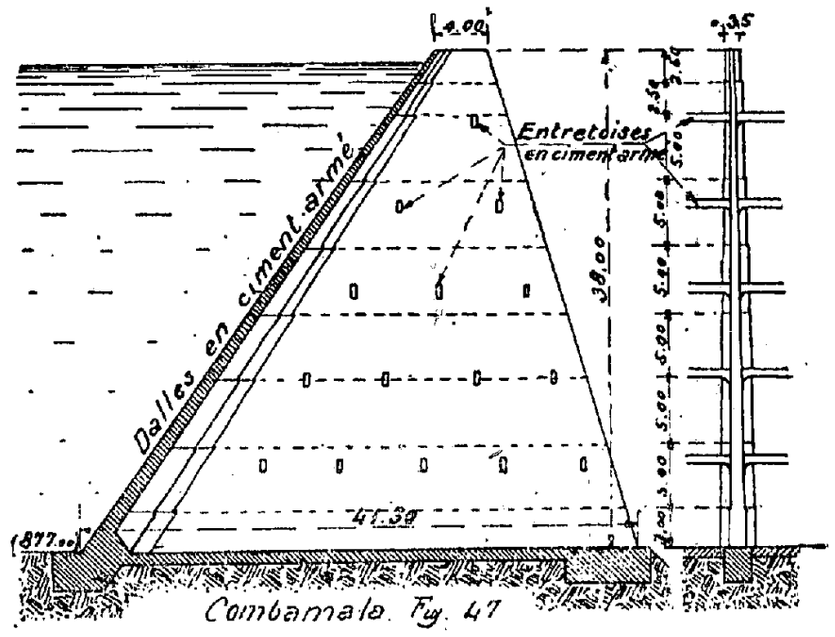


Fig. 351 — Combamala

l'écran est constitué par de simples dalles armées appuyées sur les contreforts, ou comme celui de San-Diéguito, en Californie, terminé en 1918 (fig. 352), où ce sont des voûtes, espacées de 7 m. 25, et ayant seulement 0 m. 45 d'épaisseur

au sommet et 1 m. 20 à la base, qui constituent la retenue.

Toutefois, l'expérience a vite enseigné qu'à travers la mince couche de béton des écrans, les armatures intérieures ne sont pas à l'abri

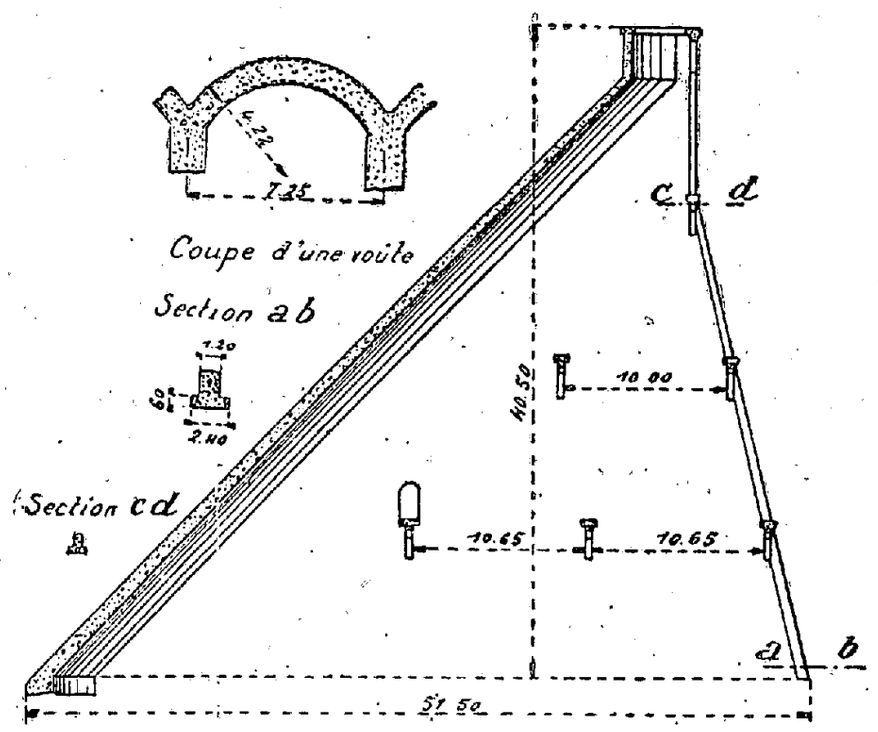


Fig. 352 — San Dieguito

de l'action de l'eau, et l'aspect des suintements qui s'en échappent lorsque les retenues dépassent une vingtaine de mètres, sont des témoins certains d'une durée limitée de ces ouvrages. On a même dû, après très peu d'années de service, et pour des barrages construits à de très

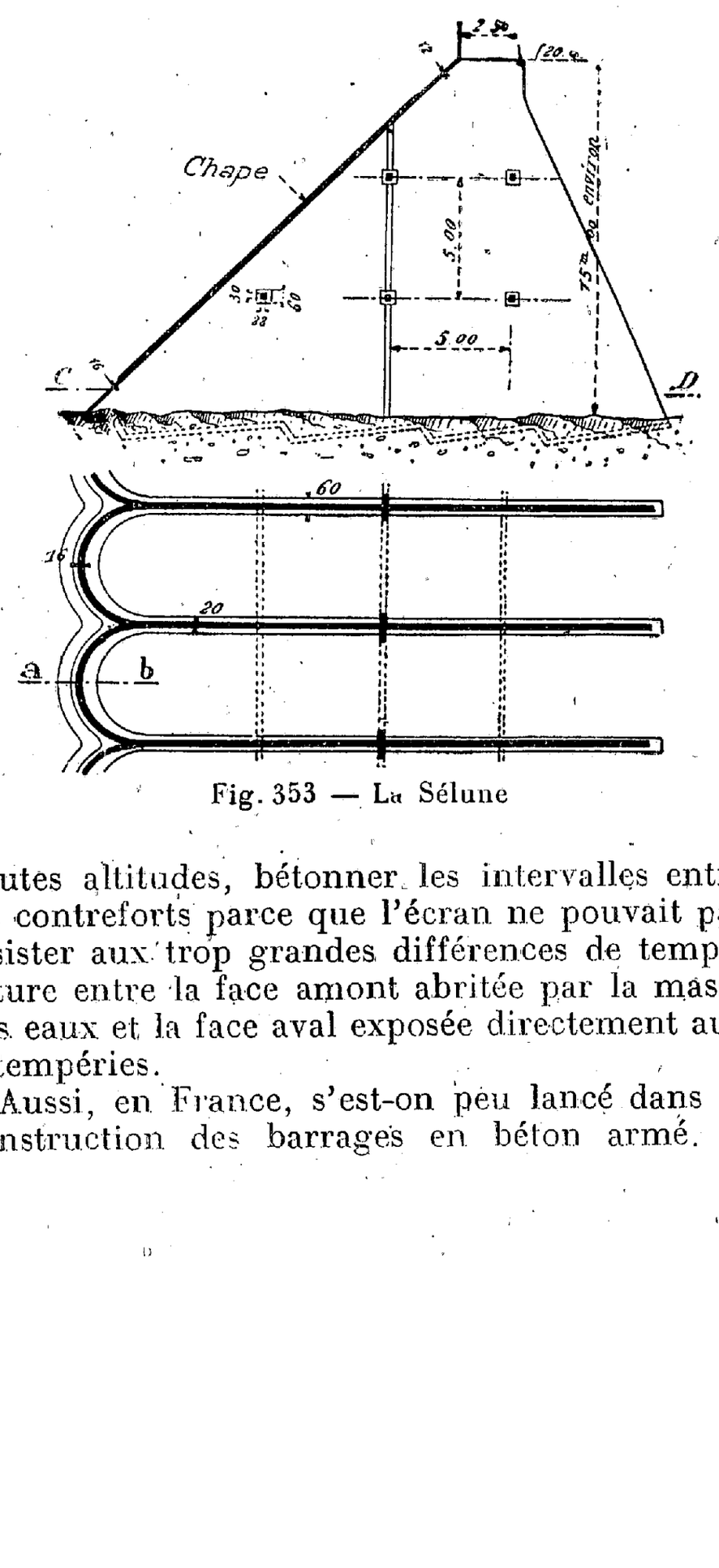


Fig. 353 — La Sélune

hautes altitudes, bétonner les intervalles entre les contreforts parce que l'écran ne pouvait pas résister aux trop grandes différences de température entre la face amont abritée par la masse des eaux et la face aval exposée directement aux intempéries.

Aussi, en France, s'est-on peu lancé dans la construction des barrages en béton armé. A peine si on en trouve deux échantillons, l'un au barrage de la Selune, dans la Manche, dont les dispositions sont celles de la fig. 353, l'autre au barrage de Belle-Isle-en-Terre, près de Guingamp, qui reproduit les dispositions de celui de la Sélune, mais avec seulement une hauteur de 14 mètres.

Aux barrages en béton armé, on peut rattacher quelques rares barrages métalliques, consistant en des fermes encastrées sur une fondation générale de béton appuyée sur des enrochements, et sur lesquelles portent les poutres qui reçoivent le platelage en tôles courbes constituant l'écran. On conçoit que ce type de barrage ne se soit pas multiplié, parce que le métal n'est pas du tout à sa place ici.

VI. — Ruptures des barrages.

Nous terminerons cette description forcément très succincte de ce que sont les différents genres de barrages, par un aperçu des accidents graves auxquels leurs ruptures ont donné lieu.

Tous les barrages, qu'ils soient en terre, mixtes, en maçonnerie, en béton armé sont susceptibles de se rompre et d'être emportés.

D'abord, les digues en terre, mixtes et même en enrochements, surtout les premières, ne sauraient supporter aucun déversement par dessus leur couronnement. Si les ouvrages évacuateurs sont insuffisants, la digue est appelée à périr à la première crue exceptionnelle qui se produira. Or elle viendra un jour ou l'autre. Telle fut la cause de la rupture de la digue mixte de South-Fork (E.-U.) en mai 1889, occasionnant la mort de 10.000 personnes.

Pour les barrages en béton, maçonnerie et béton armé eux-mêmes, si leur résistance propre leur permet de supporter une lame déversante, ils n'en périraient pas moins par affouillement de leurs fondations à l'aval si le déversement par dessus leur crête persistait avec la crue.

Aussi est-ce par insuffisance de leur déversoir et autres ouvrages évacuateurs que les barrages partent le plus souvent. On vient d'en avoir un exemple encore avec la rupture du barrage de l'Habra ou du Fergoug, en Algérie, survenue le 26 novembre 1927, à la suite d'une crue exceptionnelle, répétant les circonstances d'une première rupture le 16 décembre 1881, où 400 personnes trouvèrent la mort. Du moins cette fois la montée des eaux a-t-elle été assez brusque pour que la ruine du barrage apparaisse comme certaine et pour qu'on ait pu faire évacuer à temps la population d'aval, de sorte que l'on n'a eu seulement que des dégâts matériels à déplorer.

Point n'est besoin, du reste, d'un déversement par dessus pour emporter une digue en terre, ou même en enrochement. Elles peu-

vent être ruinées en très peu de temps par un écoulement intempestif venant à se produire à travers leur masse ; et c'est pourquoi il faut éviter d'y noyer des canalisations qui pourraient devenir des chemins d'eau amorçant la destruction. Telle fut l'origine de la ruine en 1864 de la digue de Bradfield, en Angleterre, dont le flot vint surprendre la population de Sheffield endormie et faire 238 victimes.

Les barrages en maçonnerie ou en béton et en béton armé se rompent encore par insuffisance de résistance du terrain de fondation. Des courants souterrains y prennent naissance et se développent, des affouillements se produisent. Puis brusquement, un jour, le barrage est emporté sans que rien ait pu déceler sa faiblesse, si ce n'est peut-être une augmentation des pertes sous le barrage, contre lesquelles d'ailleurs on ne peut rien. Telle fut la cause de la rupture du barrage de Puentès, en Espagne, le 30 avril 1802, occasionnant la mort de 608 personnes. Telle a été aussi le 12 mars 1928, la cause de la rupture du barrage de San-Francisco, d'où il s'est échappé un flot de 38 mètres de hauteur, marchant à 30 kilomètres à l'heure.

La rupture peut également se produire par suite d'insuffisance de résistance des enracinements du barrage sur les rives. C'est ce qui arriva le 8 février 1895 au barrage de Cheurfas, dans la province d'Oran. A peine le réservoir venait-il d'être rempli pour la première fois, que les marnes de l'enracinement de la rive gauche cédèrent, et par la brèche de 40 mètres de longueur qui s'ouvrit, les 18 millions de mètres cubes du réservoir vinrent remplir en une trombe le réservoir de Saint-Denis, dont la contenance est seulement de 3.275.000 m³, déversèrent par dessus le barrage par une tranche de 5 m. d'épaisseur, et finalement l'emportèrent, faisant une dizaine de victimes, bien qu'on eût eu le temps de prévenir les populations.

La rupture peut encore se produire, non plus par défaut de résistance du terrain de support, mais par insuffisance des fondations elles-mêmes, qu'on n'aura pas suffisamment encastrées dans leur base d'appui pour éviter un glissement sous la poussée des eaux du réservoir. Telle a été la cause de la rupture du barrage de Gleno, en Italie, le 1er décembre 1923, entraînant la mort de plus de 600 personnes.

Un barrage peut encore se rompre par insuffisance de son profil, cédant brusquement sous une poussée supplémentaire provoquée par une montée du plan d'eau dépassant tous les niveaux antérieurs, à la suite d'une crue exceptionnelle. C'est ainsi qu'est parti par deux fois le barrage de l'Habra, lors des deux ruptures de 1881 et de 1887 rappelées ci-dessus. C'est à cette cause aussi, jointe à des fondations douteuses qu'a été attribuée la rupture du barrage de Bouzey, le 27 avril 1895, occasionnant la mort de 86 personnes.

Cette courte énumération de quelques ruptures de barrages et des catastrophes qui s'ensuivirent, en dit déjà long sur la nécessité, dans la construction des barrages, de ne rien sacrifier à une sécurité qui doit être complète, pour des motifs futiles d'économies qui pourraient même devenir coupables si elles étaient poussées trop loin.

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique du Globe

Le champ électrique de l'atmosphère aux grandes altitudes. — Ls recherches sur le champ électrique de l'atmosphère poursuivies dans un grand nombre d'observatoires ont été le plus souvent limitées aux régions voisines du sol à quelques mètres d'altitude. Des mesures en ballon libre ont été effectuées par plusieurs savants de différents pays : Exner, André, Le Cadet, Gerdien etc. ; mais malgré les efforts dépensés et les dangers courus (certaines des ascensions de Le Cadet et d'André se sont terminées tragiquement) on n'a pu obtenir dans l'atmosphère que des mesures isolées et pour des altitudes ne dépassant guère 4.000 mètres.

Parmi les réalisations que l'on devra à l'Office National Météorologique une des plus intéressantes sera assurément l'obtention de séries continues de mesures du champ électrique atmosphérique jusqu'à la couche isotherme, par ballon non monté.

L'actif directeur de l'Observatoire de Trappes, M. P. Idrac, chargé par le Général Delcambre d'entreprendre cette étude vient d'exposer dans le fascicule 18 du Mémorial de l'O. N. M. sa méthode expérimentale et les résultats qu'il en a obtenus. Nous en extrayons les indications suivantes :

Il fallait utiliser un électromètre de faible capacité qui soit, à la fois enregistreur très sensible, léger, d'un prix de revient abordable et pouvant supporter les oscillations du ballon. M. Idrac a fait appel à l'ingénieux procédé de la lampe bigrille, imaginé et exposé par le Père P. Lejay dans les *C. R.*, t. CLXXVIII, 1924, p. 2171.

La plaque et la grille intérieure réunies ensemble sont portées à un potentiel de 9 volts au-dessus du pôle positif du filament, lequel est chauffé par un petit accumulateur de 4 volts. Le débit de la grille intérieure est mesuré au moyen d'un milliampèremètre enregistreur construit à cet effet. Le pôle positif du filament est relié à une prise de potentiel placée latéralement au niveau de l'appareil et la grille extérieure est reliée par un fil pendant dans le vide au-dessous de l'instrument, à une seconde prise de potentiel placée à un nombre bien déterminé de mètres en dessous.

Pour constituer le milliampèremètre enrégistreur, on prend un milliampèremètre M à pivot léger et bien équilibré. Le cadran gradué est remplacé par une surface noircie sur laquelle se détache en blanc l'aiguille indicatrice. On

forme alors au moyen d'un objectif photographique l'image de cette aiguille blanche sur une fente perpendiculaire à la direction moyenne du déplacement de l'aiguille. Derrière cette fente se déroule sur un tambour une pellicule photographique. La courbe impressionnée sur la pellicule reproduit tous les déplacements de l'aiguille, on obtient donc, après un étalonnage préalable l'intensité du courant et par conséquent les variations de différence de potentiel entre les deux prises.

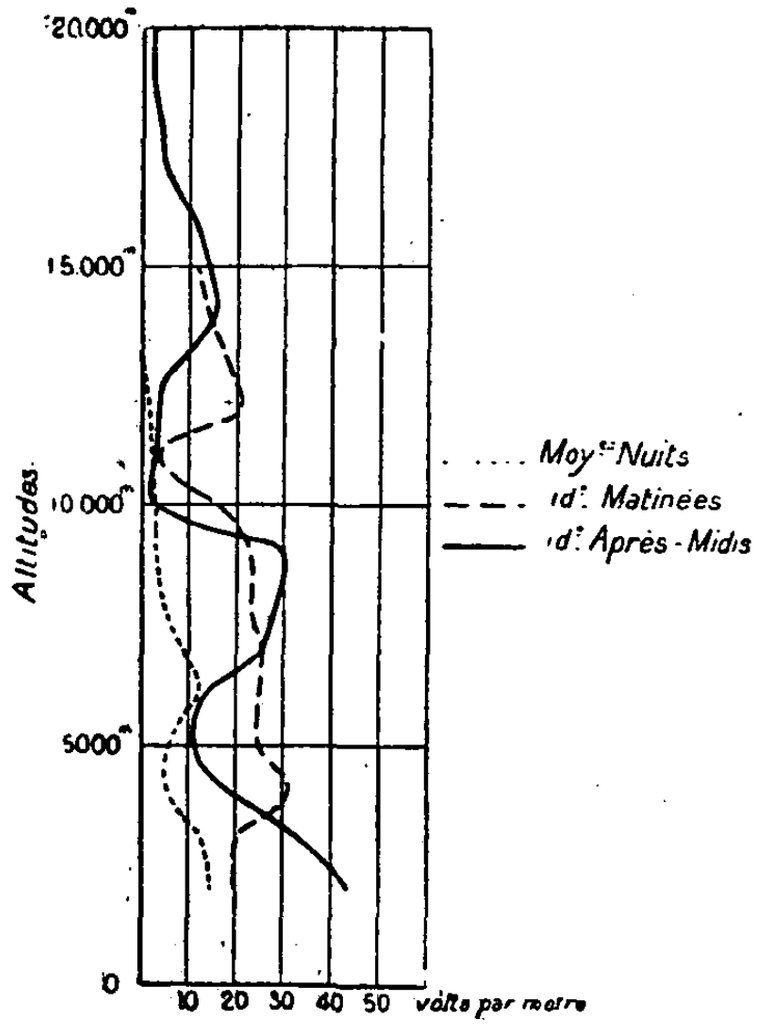


Fig. 354

Les prises de potentiel sont constituées par des mèches imbibées d'azotate de plomb, dont la durée de combustion pouvait dépasser deux heures, temps nécessaire à l'ascension.

Les appareils sont placés à 12 m. au moins au-dessous du ballon pour éviter son influence sur la répartition des surfaces équipotentielles de l'atmosphère. Une baguette d'orca, servant de suspension, permet de les isoler complètement.

Enfin la charge négative emportée par le ballon au départ du sol est annulée aussitôt après le lancer par deux mèches spéciales à l'azotate de plomb éloignées de la verticale des appareils.

Les conditions d'observation sont ainsi bien supérieures à celles des ballons libres où l'on est nécessairement gêné par la masse énorme du ballon et des agrès et par les charges électriques, accessoires, occasionnées par la jetée du lest.

Depuis le 15 mai 1926 où les premiers essais ont été faits jusqu'au 31 décembre 1927, 60 ascensions ont été exécutées avec les appareils qui viennent d'être décrits; sur ces 60 ascensions, 44 ont donné des résultats utilisables.

Il serait prématuré de fonder des conclusions sur un nombre aussi restreint d'observations. Certains faits cependant sont frappants; c'est d'abord la reprise de valeurs importantes du champ aux grandes altitudes, particulièrement à une altitude un peu inférieure à la couche isotherme, entre 5.000 et 10.000 m., c'est-à-dire près de la région de formation des cirrus. Une seconde recrudescence se produit également parfois vers 12.000 et 13.000 m. Toutefois ce phénomène ne présente aucune régularité et le nombre des résultats est encore insuffisant pour parler d'une liaison avec les phénomènes météorologiques.

On remarquera encore la présence très fréquente vers 6.000 et 7.000 m. d'une couche électrisée, généralement de faible épaisseur mais qui paraît avoir une certaine stabilité quoiqu'on ne la trouve pas toujours.

Si la présence de ces couches électrisées de grande altitude paraît irrégulière, il semble par contre, qu'elles soient souvent étendues en distance, on les retrouve parfois à la descente à un nombre assez considérable de kilomètres de la montée.

A titre de renseignement, il a été calculé de 500 m. en 500 m. les valeurs moyennes du champ électrique de l'atmosphère pour les ascensions de nuit, du matin et de l'après-midi, les résultats en sont donnés dans la fig.

On notera l'accentuation de certains maxima et minima et leur déplacement suivant l'heure du jour, ainsi que la diminution très nette du champ moyen à la fin de la nuit.

Ces premiers résultats sont du plus grand intérêt et laissent entrevoir la possibilité relativement prochaine de pénétrer plus avant et plus complètement encore dans le domaine électrique de ces hautes régions de l'atmosphère si importantes pour la vie terrestre.

J. B.

Physique

La viscosité des lubrifiants à température élevée. — A l'Institution of Petroleum Technologists, le 8 mai 1928, H. S. Rowell et D. Finlayson (1) ont communiqué les résultats de leurs recherches sur la viscosité des lubrifiants aux températures supérieures à 100°. Ils font remarquer que leur travail reste dans les limites des nécessités pratiques, puisque, dans des expériences récentes, on a relevé, entre pistons et cylindres, des températures supérieures à 250°.

Dans leurs études, réalisées au moyen du viscosimètre Bingham, du type capillaire Ostwald, ils font intervenir, au lieu de la viscosité, son inverse, la fluidité, dont les variations, aux températures élevées, sont beaucoup plus sensibles.

Beaucoup plus que la viscosité, la fluidité se rapproche d'une fonction linéaire de la température. La considération de ses variations thermiques permet une discrimination nette entre les diverses substances. La fluidité décroît dans l'ordre suivant : pentane; octane, toluène et benzène; eau, alcool éthylique et kérosène.

Pour que les données sur la viscosité des lubrifiants aux températures élevées, ne soient pas dépourvues de signification, il faut d'abord, par un premier traitement à chaud, éliminer les effets d'hystérésis thermique. La stabilité de l'huile s'obtient après un chauffage d'une quinzaine d'heures à 200°. Le chauffage est peut-être susceptile d'altérer l'huile, soit en l'oxydant, soit en la polymérisant, soit en modifiant ses propriétés physiques. Mais les auteurs, présument que les phénomènes doivent être très similaires à ceux qui ont lieu dans les machines, où vraisemblablement l'huile ne subsiste pas longtemps dans son état initial.

D'après le mémoire de Rowell et Finlayson, l'ordre de viscosité de deux huiles, serait déjà le même à 50° qu'aux températures plus élevées. S. V.

Chimie physique

L'émanation du radium. — Le radium émet constamment une émanation, le radon, dont l'application est

(1) *Engineering*, 25 mai 1928.

très étendue en science et en thérapeutique. Dans les laboratoires et dans les hôpitaux, on préfère, au lieu de travailler sur radium lui-même, recourir à son émanation. En effet, au cas d'accident, tandis que la perte d'un tube à radium serait des plus préjudiciables, celle d'un tube à émanation présente beaucoup moins d'inconvénients, puisque la réserve de radium reconstitue à nouveau le radon en quelques jours.

Le radium engendre l'émanation en libérant des particules alpha, qui ont été identifiées à des atomes d'hélium doublement chargés. L'émanation, à son tour, se détruit avec émission alpha, pour donner un solide, le radium A, premier terme du dépôt induit. Le radon, qui est lui-même un gaz inerte, du groupe de l'hélium et de l'argon a donc pour ancêtre immédiat le radium, qui est un métal alcalino-terreux, du groupe du baryum; et le descendant immédiat du radon est le radium A, qui est un métal de la sixième colonne du tableau périodique.

Le radon a pour poids atomique 222, et pour numéro atomique 86. Ce gaz est, de tous ceux que nous connaissons, celui qui possède le poids atomique le plus élevé et la plus grande densité, se désintègre de moitié en 3,8 jours.

Le radon est énergiquement absorbé par le charbon, les huiles, les substances grasses et l'eau.

Dans leurs expériences, faites à Montréal au début de ce siècle, Rutherford et Soddy ont réussi à liquéfier le radon en le refroidissant dans l'air liquide. A la pression réduite d'un millionième d'atmosphère, le radon se liquéfie, à —150°.

On prépare le radon à partir d'une solution de sel de radium dans l'eau. Le radon qui s'en dégage est souillé d'oxygène et d'hydrogène, provenant d'une décomposition de l'eau sous l'action des rayons alpha. Ce radon impur se dégage à raison de 20 cmc. environ par gramme de radium et par jour. On élimine l'oxygène et l'hydrogène, en faisant jaillir des étincelles dans le gaz, et on achève de purifier par condensation dans l'air liquide.

A l'extrémité du tube capillaire où il se trouve condensé, le radon forme un petit point lumineux. D'autres expériences, en particulier certaines observations dues à Ramsay, ont fixé son point d'ébullition à —65°, sous la pression atmosphérique.

Rutherford et Soddy ont montré que la quantité de radon, en équilibre avec 1 gr. de radium, occupe 0,6 mmc., dans les conditions normales de température et de pression. Au cours de cette recherche, ils ont fait l'étude spectroscopique du radon, dont ils ont reconnu plus de soixante raies.

S. V.

T. S. F.

Une nouvelle methode d'étalonnage des ampèremètres aux fréquences radioélectriques. — Ce nouveau procédé mis au point par M. Hazel de l'Université d'Indiana utilise les propriétés des tubes électroniques. Si on fait passer un courant de haute-fréquence dans le filament d'un tube à vide, la température de ce filament sera la même que s'il était traversé par un courant de basse fréquence de même intensité, à condition que le diamètre soit tel que l'effet de peau soit négligeable. La tension de la plaque étant constante, le courant plaque sera donc le même; or ce courant est d'une mesure facile et précise à l'aide d'un appareil à courant continu. Il faut bien entendu que le courant de déplacement dû à la capacité filament-plaque soit négligeable aux fréquences envisa-

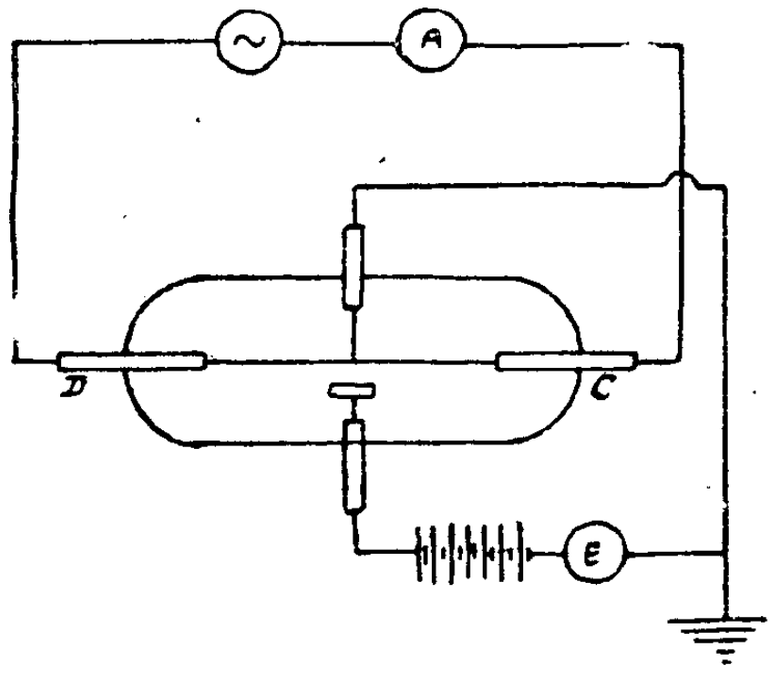


Fig. 355.

gées. On ne peut donc songer à utiliser dans ce but un triode ordinaire, car la plaque est trop grande, le filament présente une self-induction non négligeable aux hautes fréquences et la présence de la grille peut donner lieu à des phénomènes faussant complètement les mesures. On utilise donc un tube tel que celui de la fig. 355. Les extrémités du circuit à haute-fréquence sont C et D; le milieu du filament est mis à la terre; la plaque est très petite; le courant électronique est mesuré par le microampèremètre E. L'appareil est étalonné à l'aide de courant basse-fréquence (60 cycles) dont on peut mesurer directement et avec précision l'intensité.

Les avantages d'un tel ampèremètre sont entre autres ses petites dimensions qui font que son introduction dans un circuit à haute fréquence ne changent pas les conditions de fonctionnement de ce dernier. Ses indications sont à peu près instantanées puisqu'on fait appel aux propriétés électroniques. On peut placer plusieurs tubes en parallèle. Enfin, en se plaçant près de l'incandescence, comme la variation de l'émission est alors très rapide, on peut obtenir une précision extrêmement grande.

D'ailleurs, l'auteur a vérifié les indications fournies par l'appareil à l'aide d'une méthode calorimétrique; les résultats ont été d'une concordance pratiquement parfaite.

P. ABADIE.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Génie maritime

La reconstitution de nos flottes postales. — Il existe certaines catégories de navires, dont la valeur technique est plus particulièrement représentative de la situation maritime d'un Etat; c'est le cas de l'unité de guerre, c'est encore celui du paquebot-poste, instrument d'expansion économique auquel incombe, en même temps, une mission essentielle de publicité et de propagande nationales. Les conditions actuelles d'exploitation des services maritimes postaux ne permettraient plus à une entreprise commerciale ordinaire, même subventionnée, d'en retirer une rémunération adéquate; aussi, en est-on venu à admettre partout la nécessité d'une association très étroite

d'intérêts entre l'Etat et ses concessionnaires, le premier prenant les pertes à sa charge pour participer éventuellement aux bénéfices. C'est grâce à l'amélioration de ces conditions de régime, que la reconstitution de notre armement postal a pu être entreprise et poursuivie, en utilisant les conceptions les plus récentes de la technique navale.

A l'occasion du 75e anniversaire de la fondation de la Compagnie des *Messageries Maritimes*, le président de celle-ci, M. Georges Philippar, qui est l'animateur d'une grande œuvre de rénovation nationale, pouvait donner l'an dernier quelques chiffres particulièrement suggestifs de l'effort accompli. La flotte de la Compagnie comprenait, en 1914, 60 navires, jaugeant au total 284.000 tonneaux bruts. A la fin des hostilités, elle se trouvait réduite à 40 navires, soit 214.000 tonneaux. En décembre 1926, ces chiffres étaient passés à 62 navires et 495.000 tonneaux. Si l'on considère que la Compagnie a perdu, par faits de guerre, 22 unités, indépendamment des conséquences de l'usure, résultant de l'utilisation intensive de navires employés comme transports de troupes et de matériel, charbonniers, etc., on conçoit qu'il s'agisse en l'espèce, d'une reconstitution à peu près intégrale du matériel flottant.

De fait, le nombre d'unités dont les *Messageries* ont entrepris ou poursuivi, depuis la fin de 1915, soit la construction ou la refonte complète, soit l'acquisition, s'élève à 54.

C'est donc avec un matériel puissant et très moderne que sont desservies nos lignes mondiales françaises. Notamment : ligne à marche rapide Marseille-Yokohama, par Saïgon, Hong-Kong, Shanghaï, avec grands paquebots tels que l'*André-Lebon*, 19.260 tonnes de déplacement et 12.000 CV, l'*Athos* II, 21.280 t. et 10.000 CV; ligne Marseille-Haïphong, avec paquebots de 14 à 16.000 t., ainsi *Chantilly*, de 16.137 t. et 6.954 CV. C'est précisément à l'époque où commence à s'intensifier l'essor du tourisme maritime international, que nos services se signalent par les qualités nautiques et le luxe de leurs navires. A ce dernier point de vue, le record mondial semble bien devoir appartenir aux *Champollion* et *Mariette-Pacha* (plus de 15.000 t. et 10.000 CV affectés aux lignes d'Egypte et Syrie.

Je signale encore que le moteur à combustion interne, inauguré par les *Messageries*, en 1927, sur le *Théophile-Gautier* (4.500 CV), a été adopté pour les trois unités en cours de construction ou d'achèvement, *Eridan* (service d'Australie) et *Jean Laborde* (Océan Indien-Madagascar), d'environ 6.000 CV, et le grand paquebot *Félix Roussel* de 21.600 t., dont la puissance atteindra 10.000 CV.

D'autre part, la *Compagnie Générale Transatlantique*, cruellement éprouvée cette année même par la perte du grand créateur que fut, lui aussi, M. Dal Piaz, a vu son tonnage de jauge brute passer de 368.000 t. en 1913, à 435.000 en 1920 et 570.000 en 1927, avec 98 navires. J'ai eu l'occasion de parler ici de l'*Ile-de-France*, de 41.518 tonnes de déplacement et 55.000 CV. C'est à la faveur accordée à cette unité de luxe que la Compagnie attribue, en grande partie, le supplément de 13.000 passagers (environ 21 0/0), enregistré sur la ligne postale Havre-New-York, pour l'exercice 1927, par rapport à l'année précédente.

Ici encore, un vaste programme de construction neuve est en voie d'exécution.

En dehors de trois navires mixtes, déplaçant chacun 16.800 t. et de puissances, 5.200 et 6.300 CV (dont l'un à moteur Diesel), destinés au Pacifique Nord, il comprend un grand paquebot de plus de 20.000 t., à moteurs Diesel, à classe unique de passagers, pour la ligne Havre-New-York et un paquebot de 5.000 t. et 5.300 CV, pour les services de la Méditerranée. Enfin, une unité de luxe dépassant encore les proportions de l'*Ile-de-France*, est prévue comme devant entrer en service en 1932.

La place me manque pour signaler, comme il conviendrait, l'effort de toutes nos entreprises postales, ainsi les *Chargeurs Réunis*, qui desservent l'Extrême-Orient et l'Afrique Occidentale, et d'autres encore. Quoi qu'il en soit, on comprendra à quel point la connaissance des résultats de cet ordre intéresse la compréhension et l'exacte interprétation des données globales de la statistique.

LOUIS BASSO.

Industrie agricole

Vinification par chauffage préalable des raisins. — Depuis la fin du XVIIIe siècle, on sait que le chauffage des raisins avant fermentation permet d'améliorer la qualité des vins, mais, malgré de nombreux travaux modernes qui s'accordent tous à reconnaître des avantages incontestables au chauffage préalable de la vendange, cette pratique n'est pas couramment adoptée. A la suite de recherches récentes poursuivies avec succès par MM. Barbat, Dutaquié et Touzé, recherches qui ont toutes conclu à une amélioration très marquée du bouquet, de la coloration et du moelleux des vins, des essais fort intéressants viennent d'être effectués en Bourgogne par M. L. Ferré.

Cet auteur a tout d'abord établi que, pour faciliter par l'action de la chaleur l'extraction de la matière colorante contenue dans la pellicule des raisins, il n'est nullement nécessaire de fouler les raisins avant de les chauffer. Il a montré que la diffusion du principe colorant peut avoir lieu aussi bien dans le raisin entier que dans le grain ouvert. L'essentiel c'est de bien tuer les cellules de la pellicule de manière à ce qu'elles ne soient plus capables de retenir leur contenu. M. Ferré a observé que lorsqu'on plonge dans l'eau bouillante un grain de raisin noir à jus blanc, qu'on l'y maintient pendant quelques minutes puis qu'on le refroidit afin d'arrêter toute action de la chaleur, on ne constate tout d'abord qu'une modification dans la teinte de la pellicule du grain intact. Mais, peu à peu, les cellules de l'hypoderme laissent diffuser leur principe colorant à l'intérieur de la pulpe; cette véritable autolyse de la matière colorante se poursuit jusqu'à complet épuisement de la pellicule, ce qui nécessite de six à douze heures. Par ce traitement les raisins noirs à jus blanc sont donc transformés en raisins noirs à jus rouge. (*Revue de Viticulture*, 5 et 12 juillet 1928).

L'autolyse des cellules colorées ne commence guère qu'à 70°; elle est d'autant plus active qu'on se rapproche de 100°. Comme à cette température beaucoup de grains éclatent, M. Ferré a été amené à adopter pour les cépages bourguignons une température de chauffage de 80°. Ce traitement est appliqué à l'aide d'un appareil particulier établi de manière que les raisins soient maintenus immergés pendant cinq minutes dans du moût chauffé à 80°; un volume donné de moût étant utilisé pour toute la durée des vendanges. Les raisins chauds sont abandonnés au refroidissement jusqu'à 20-25°, ce qui exige de 12 à 24 heures pendant lesquelles se produit l'autolyse de la matière colorante. La vendange est alors foulée, pressée et le moût extrêmement coloré est mis en fermentation.

Il résulte des essais pratiqués en Bourgogne par M. Ferré, en 1926 et 1927, que les vins obtenus avec des

raisins chauffés ont un titre alcoolique plus élevé de 0,5 à 2° que les vins préparés par les méthodes de vinification ordinaires, par contre ils sont moins riches en extrait sec et en matières tannoïdes. Leur intensité colorante n'est pas plus forte, mais leur couleur d'un beau rouge franc a été très appréciée des dégustateurs qui leur ont attribué une note supérieure à celle des vins témoins. L'avantage du chauffage préalable est apparu encore plus net en ce qui concerne le bouquet et le moelleux, de telle sorte qu'après dégustation par les experts la valeur commerciale des vins de raisins chauffée a présenté une plus-value de 30 o/o pour le vin de Gamay et de 34 à 46 o/o pour les vins de Pinot.

Certes, il s'agit là seulement de résultats obtenus en Bourgogne et comme le dit fort bien M. Ferré, ils ne résolvent pas l'important problème du chauffage préalable de la vendange, mais ils montrent nettement les avantages de cette pratique lorsqu'elle est appliquée à des vins de crus. Il serait donc intéressant d'en multiplier les essais dans nos diverses régions viticoles.

A. B.

Industrie sylvicole

L'emploi en tonnellerie des bois de la Guyane. — Parmi les ressources que peuvent nous apporter nos colonies, une des plus dignes d'attention est l'utilisation des bois.

D'un très intéressant rapport rédigé par M. Demongeot chargé de mission par le Ministère des Colonies, rapport publié par l'Institut Colonial de Marseille dans ses Cahiers Coloniaux, il ressort que plusieurs essences de bois de la Guyane française pourraient être employées avec succès dans l'industrie de la tonnellerie pour des fabrications qui étaient réservées jusqu'ici à peu près strictement au chêne.

En particulier, l'Angélique franc déjà essayé avec succès, paraît réunir les caractéristiques mécaniques requises pour faire de bons fûts; sa composition chimique est telle qu'il ne communique ni goût ni couleur aux liquides, sauf à l'alcool qu'il colore en jaune, comme le chêne, tandis que sa teneur en tanin est convenable pour une bonne vinification.

Il convient également de retenir : Le Manil qui, bien que moins résistant et plus léger que l'Angélique paraît propre à fournir un bon bois de tonnellerie; le Parcouri, de structure et d'aspect semblables, mais plus fin que le Manil; enfin le Palétuvier dont une Société a entrepris de développer l'exploitation dans les environs deCayenne et de Saint-Laurent-du-Maroni.

Les qualités requises d'un bon bois de tonnellerie sont les suivantes :

Il ne doit pas avoir de canaux secréteurs renfermant des matières susceptibles d'affecter le goût ou la coloration des liquides.

Il doit posséder des rayons médullaires hauts, larges et épais permettant une fente radiale facile et droite.

Il doit être assez poreux pour laisser pénétrer l'air nécessaire au vieillissement des vins et des alcools.

Il doit ployer au chauffage.

Il ne doit pas être trop dur, pour que les joints des douelles adhèrent bien les unes aux autres. Il doit être assez résistant et assez élastique pour supporter les chocs et les pressions.

Le chêne possède ces qualités à un très haut point, mais la structure des bois des pays tropicaux ne permet pas, de les fendre suivant des rayons.

La douelle, douve brute, non encore parée ou dolée, s'obtient avec le chêne en débitant le billot par fentes radiales successives jusqu'à la limite des épaisseurs marchandes. La douelle ayant ainsi ses faces parallèles aux fibres est bien étanche.

Avec l'angélique, ce mode de débit serait défectueux; à cause de la disposition des fibres obliquant alternativement à droite et à gauche, la fente ne pourrait se faire sans trancher des paquets de fibres, ce qui nuirait à l'étanchéité et à la résistance de la douelle. Heureusement grâce à sa compacité et à l'existence des couches circummédullaires de parenchyme ligneux imperméable, le bois sur sa face tangentielle est absolument étanche. Il suffit donc de le scier parallèlement aux cernes de croissance pour obtenir des bois de tonnellerie parfaits.

Quelques dispositions nouvelles devront être adoptées dans l'organisation des scies et des machines outils nécessaires au travail de l'angélique, cette essence ayant l'inconvénient de désaffûter rapidement les scies et les couteaux. En prenant les précautions nécessaires, le rendement de ces machines devient comparable à celui qu'il est pour le chêne.

La tenue des bois débités et des fûts en angélique s'oppose avantageusement à celle du chêne. Plusieurs expériences prouvent que les fûts proprement dits ne subissent pas de déformation. La porosité, la dureté et la résistance de l'angélique sont supérieures à celles du meilleur chêne; son bois est, en outre, pratiquement imputrescible.

Bref l'angélique présentant après l'épreuve de l'expérience les caractéristiques mécaniques et chimiques d'un bon bois de tonnellerie, il y a lieu de le classer et de l'accepter comme tel dans les marchés de l'Etat.

Le Manil doit être pour les mêmes raisons débité comme l'angélique. La matière jaune que les pores contiennent deci, delà, ne paraît pas réagir sur le goût ou la couleur des liquides. Les expériences ont été satisfaisantes à cet égard et cette essence semble remplir les conditions d'un bon bois de tonnellerie, il y a cependant lieu d'expérimenter encore.

Les deux espèces de Parcouri, le jaune et le soufré sont pratiquement le même bois que le Manil. Ne contenant pas de sécrétion suspecte, elles pourront être classées après quelques essais dans les bois de tonnellerie, mais leur rareté les rendrait peu intéressantes si elles étaient les seules essences dont l'exploitation fût possible.

Le Palétuvier, appelé en Guyane française, Palétuvier rouge, a la même couleur que celui du Cameroun, le grain est, paraît-il, plus fin, c'est un bois lourd et très dur.

La détermination des centres de production n'offre aucune difficulté particulière en Guyane française. L'angélique est exploitable sur tout le territoire de la colonie et le Manil et le Parcouri pourraient faire l'objet de la même exploitation.

La transformation des troncs abattus en quartiers de dimensions restreintes est facile, et, de ce fait la principale difficulté de toute exploitation forestière, l'évacuation des bois de la forêt pratiquement éliminée.

Le problème le plus grave est celui de la main-d'œuvre. Elle est constituée par les « créoles » nés en Guyane et les « nègres » venus de la Guyane hollandaise. Les premiers sont plus intelligents et s'assimilent mieux les méthodes nouvelles, les autres sont plus robustes, mais lourds d'esprit et réfractaires à tout changement. Tous sont habitués à des industries qui leur offrent des occupations instables (extraction de l'or, coupe du bois de rose, cueillette du balata) mais de gros gains rapidement acquis, plus rapidement encore gaspillés et de longues périodes de repos forcé ou non. Seuls le déclin de ces industries et la nécessité, pourront transformer la mentalité de cette population.

Ceux qui ont employé la main-d'œuvre pénitentiaire s'en déclarent peu satisfaits; il semble, cependant, que dans certaines conditions, elle puisse fournir un appoint sérieux.

L'industrie de la tonnellerie pour tirer partie des bois de la Guyane doit s'organiser pour fabriquer la douelle, dans le pays même. L'envoi de quartiers en France pour y être débités en douelles, ferait ressortir pour ces dernières un prix de revient qui ne laisserait pas par rapport au prix des bois merrains du chêne assez de marge pour que cette marchandise nouvelle puisse tenter l'acheteur. En dehors des débouchés métropolitains, cette industrie pourrait compter celui des Antilles françaises qui peut absorber une production considérable. J. B.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 1er octobre 1928.

ALGÈBRE. — *S. Bernstein* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la croissance des polynomes.**

AÉRODYNAMIQUE. — *E. Huguenard, A. Magnan* et *A. Sainte-Lagüe* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur une détermination expérimentale de la polaire d'un avion et d'un oiseau en vol.**

ASTRONOMIE. — *G. Bigourdan.* — **Les coordonnées de l'Observatoire de la rue de Paradis.**

L'auteur continue la publication des notes de Delambre. Les chiffres trouvés pour l'Observatoire de la rue de Paradis sont :

Long. Est 1'15''90	$0^h0^m5,063$
Latitude	+48°52'35''06

SPECTROSCOPIE. — *L.* et *E. Bloch* (prés. par M. Villard). — **Sur les spectres d'étincelles du sélénium et du tellure.**

Les auteurs ont appliqué au tellure, dont le spectre est imparfaitement connu, la méthode qu'ils avaient appliquée précédemment (*C. R.*, 185, 1927, p. 761) à l'étude des spectres du soufre et du sélénium. Ils indiquent dans un Tableau une liste de raies ultraviolettes intenses qu'ils ont mesurées dans le spectre Se IV et dans les trois spectres Te II, Te III et Te IV.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *G. Claude.* — **Sur la production de la force motrice par la vapeur évoluant entre deux masses d'eau.**

L'énergie mécanique que peut fournir la vapeur évoluant entre deux températures données est en gros proportionnelle à l'écart de ces températures, mais dans le cas de deux masses d'eau à utiliser suivant la méthode de l'auteur, l'énergie mécanique qu'on en peut obtenir dépend du *carré* de l'écart. L'énergie utilisable décroît très vite quand l'écart diminue. Les turbines à vapeur s'adaptent si bien aux conditions pouvant être réalisées que les masses d'eau inépuisables de la mer tropicale seront susceptibles d'une excellente utilisation.

CHIMIE PHYSIQUE. — *G. Charpy* et *P. Pingault.* — **Sur les conditions de formation de la cémentite.**

De la limaille de fer pur obtenu par électrolyse et débarrassé de l'hydrogène occlus, a été chauffée à différentes températures au contact de cyanures alcalins ou de carbures d'hydrogène. Après transformation complète indiquée par la constante de la densité et des propriétés magnétiques, la limaille contenait 6,75 pour 100 de carbone total, était devenue assez dure pour rayer le verre et se dissolvait intégralement dans l'acide azotique, sans laisser de carbone insoluble. Aucune des propriétés préalablement constatées n'a été modifiée, même après chauffage dans le vide à 1000° pendant 10 heures. Les auteurs en concluent que la cémentite ne subit pas de décomposition à cette température aussi bien à l'état libre que lorsqu'elle forme avec un excès de fer une fonte blanche pure.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *A. Job* et *J. Ronvillois* (prés. par M. G. Urbain). — **Préparation d'un tungstène-carbonyle par l'intermédiaire d'un magnésien.**

Dans un ballon tritubulé, muni d'un système d'agitation interne, refroidi à 0°, on introduit 20 gr. d'hexachlorure de tungstène anhydre et pur, 5 cm^3 d'éther anhydre et 50 cm^3 de benzyne anhydre. Après six heures d'agitation avec le magnésien (bromure de phénylmagnésium), l'absorption est terminée. Vers la fin de l'opération, on voit apparaître, à la surface du liquide, de magnifiques cristaux blancs constitués par un tungstène de carbonyle dont la formule serait $W(CO)^6$.

La même méthode opératoire a permis de préparer le molybdène-carbonyle $Mo(Co)^6$, obtenu précédemment par action directe de CO sur Mo, par Mond, Hirt et Cowap.

L. Franchet.

BOTANIQUE. — *Mlle L. Remy* (prés. par M. L. Mangin). — **Influence de l'ovule fécondé sur les tissus du fruit.**

Des fleurs de la variété « Pois Mangetout Géant » (variété dont la stabilité et la pureté avaient été mises à l'épreuve, gousses très larges et dépourvues de parchemin, graines jaunes et à enveloppe noire, rouge ou brune avec pointillés violets) furent enfermées dans un cornet contenant une boulette de coton imbibée d'éther à deux reprises pendant chaque fois un quart d'heure, à 24 heures d'intervalle.

Les graines engendrées par les organes reproducteurs de ces fleurs et leurs descendants présentèrent des mutations. En outre deux des plantes premières soumises à l'expérience portaient *une gousse assez large encore mais entièrement parcheminée* alors que les autres gousses nées sur les mêmes pieds étaient toutes sans parchemin et entièrement semblables aux gousses des plantes stables. Les graines récoltées dans ces gousses parcheminées donnèrent des pieds dont deux avaient *toutes leurs gousses entièrement parcheminées* et non plus larges mais étroites.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *A. Guichard.* — **Origine, parcours et torsion des faisceaux libéro-ligneux inverses du *Cladium Mariscus* R. Br.**

Les faisceaux inverses de la feuille du *Cladium Mariscus* fournissent un nouvel et remarquable exemple : 1° de la différenciation basipète d'un cordon procambial, de la feuille dans la tige; 2° de la progression basipète de la différenciation libéro-ligneuse le long de ce cordon; 3° de de la rotation effective de la ligne de différenciation libéro-ligneuse sur le trajet d'un faisceau dans la tige.

ALGOLOGIE. — *Rodolphe Dostal* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur les organes reproducteurs de *Caulerpa prolifera*.**

Les plantes fertiles se reconnaissent à de petites papilles disséminées souvent en grand nombre sur la surface des frondes, dont la formation est précédée par l'apparition d'autant de petites taches blanches. Ces frondes doivent être condisérées comme les organes reproducteurs produisant, aux dépens du réseau protoplasmique vert, des

spores de 4-5$^{\mu}$ de longueur environ, piriformes, portant à leur pointe effilée deux cils 2-2 1/2 fois plus longs que le corps, contenant dans la partie renflée un chloroplaste asymétrique et une tache pigmentaire.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *A. Guillaumin* (prés. par M. H. Lecomte). — **Le maintien des graines dans un milieu privé d'oxygène comme moyen de prolonger leur faculté germinative.**

Le maintien des graines dans une atmosphère privée d'oxygène est un moyen aussi efficace que le vide pour prolonger la faculté germinative des graines, mais bien plus facile à réaliser en dehors du laboratoire. Il suffit d'un simple flacon renfermant du sodium métallique relié par une tubulure en verre au récipient (tube) contenant les graines, et une lampe à sceller.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Wünsehendorff* et *Ch. Killian* (prés par M. A. Desgrez). — **Observations sur le métabolisme de l'*Ustulina vulgaris* L.**

Dans les cultures sur peptone, asparagine, urée et sulfate d'ammoniaque, le champignon produit, sauf avec le dernier sel, de l'ammoniac gazeux, dissous et combiné. Il y a disparition des réactions du biuret, de la cystine, de la tyrosine et du tryptophane. Il n'y a aucun rapport entre le poids sec et l'ammoniac dégagé.

Les cultures ne renferment ni indol, ni aldéhydes, ni acétones, mais des sels ammoniacaux, des acides aminés, de l'urée et de la créatinine.

En présence d'hydrates de carbone (glucose, lactose, maltose, saccharose, inuline), il y a production d'acides oxalique, lactique, citrique, malique, succinique. L'acide glycuronique apparaît en proportions souvent considérables, mais variables avec les sucres.

— *J. Bordas* et *P.-H. Joesse* (prés. par M. Gabriel Bertrand) — **Sur l'action réductrice exercée par des Champignons des genres *Fusarium* et *Verticillium*, parasites des vaisseaux du bois.**

Plusieurs espèces appartenant aux genres *Fusarium*, *Verticillium*, *Polyporus*, *Stereum*, *Schizophylium* ont été ensemencées sur milieu gélosé (nitrate de potassium, 10 gr.; phosphate de potassium, 5 gr.; sulfate de magnésium, 2 gr. 5; sucre de canne, 50 gr.; eau distillée 1 litre) additionné d'une goutte par 5 cm^3 du milieu d'une solution de bleu de méthylène à 0,125 pour 100. L'action réductrice est particulièrement énergique avec les *Fusarium et Verticillium*.

P. GUÉRIN.

Séance du 8 octobre 1928.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *A. Buhl.* — **Sur la fonction E (y) de Mittag-Leffler et les développements en série entière de la physique mathématique.**

— *P.-J. Myrberg* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les groupes discontinus de transformations biuniformes.**

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *G. Bouligand.* — **Sur l'ordre de mesure d'un ensemble fermé.**

ÉCONOMIQUE MATHÉMATIQUE. — *M. Fréchet* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur l'existence d'un indice de désirabilité des biens indirects.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *B. Gambier.* — **Configurations remarquables de quatre droites tangentes à certaines courbes gauches.**

PHYSIQUE. — *G. Claude.* — **Sur l'extraction du krypton et du xénon de l'air et des gaz dissous dans l'eau.**

Le dispositif réalisé pour recueillir en fonctionnement continu le krypton et le xénon d'un appareil à oxygène traitant par heure 800 m^3 d'air, est identique au dispositif général des appareils utilisés par l'auteur en ce qui concerne le bain d'oxygène liquide en ébullition qui alimente en oxygène gazeux la colonne à double rectification, aujourd'hui classique, dans laquelle descendent le liquide riche et l'azote liquide. L'auteur décrit la marche de l'opération à l'aide d'une figure. On peut obtenir 10 ou 11 litres de krypton et 0 l. 8 à 1 litre de xénon par jour représentant environ 40 à 50 p. 100 de ce qui est contenu dans l'air traité.

CHIMIE PHYSIQUE. — *L. Gaillet* et *Ballay.* — **Influence de la composition et de l'écrouissage sur la corrosion et le grossissement du grain de l'aluminium.**

Les résultats exposés dans les tableaux montrent que l'aluminium pur se corrode moins que l'aluminium à 98,81 p. 100 non seulement dans les solutions d'acide chlorhydrique, mais aussi dans l'acide nitrique pur et dans la solution de NaCl à 3 p. 100. Les deux métaux se comportent sensiblement de la même façon dans les solutions aqueuses de NO^3H et de SO^4H^2.

L'influence de l'écrouissage sur la corrosion est beaucoup plus marquée sur l'aluminium à 98,81 p. 100 que sur l'aluminium impur.

Dans l'aluminium pur, la recristallisation par recuit après écrouissage conduit à des grains beaucoup plus gros que dans l'aluminium courant.

— *J. Guéron* (prés. par M. G. Urbain). — **Étude électrochimique de l'action des acides sur les solutions de quelques sels de zinc.**

L'auteur a constaté, dans les solutions qu'il a étudiées, et dont la concentration en zinc total était constante, que l'acide finit par se diluer comme il le ferait dans l'eau pure, mais, auparavant, il prend part à des réactions — constituant le recul de l'hydrolyse — dont les isothermes présentent les disconstinuités attribuables à des modifications, ou à la disparition des produits d'hydrolyse colloïdaux révélés, dans les solutions, par l'existence du phénomène de Tyndall.

CHIMIE ANALYTIQUE (transm. par M. H. Le Chatelier). — *M.* et *Me Lemarchand.* — **Séparation quantitative du baryum et du calcium.**

Cette étude porte sur les réactions reversibles se produisant lors de la précipitation par l'acide sulfurique, d'une solution des chlorures de baryum et de calcium, en milieu chlorhydrique, à 100°. Or, l'action dissolvante de HCl est à signaler particulièrement. Dans une solution renfermant 0 gr. 39 d'acide sulfurique libre par litre, 10 gr. de HCl, 76 mgr. 4 de Ba SO^4 restent dissous, si la précipitation a lieu dans 100 cm.^{3} de solution, 7 mg. 6 de SO^4Ba restent en solution. Si la quantité de baryum à doser est de 1 millimol.-gr. (0 gr. 2334 Ba SO^4), l'erreur relative sur le dosage sera presque de 1/30. Quant au chlorure de calcium, son pouvoir dissolvant est bien moindre et varie fortement avec la teneur de ce sel dans la solution.

CHIMIE MINÉRALE. — *V. Auger* et *Al. Yakimach* (prés. par M. G. Urbain). — **Phosphates et arséniates du manganèse quadrivalent.**

On connaît peu les sels dans lesquels, le manganèse quadrivalent est uni à des acides. Les auteurs ont pensé que les acides phosphoriques et arséniques seraient parmi les acides oxygénés, les plus aptes à les amener à résoudre la question. Les expériences qu'ils ont effectuées et qu'ils décrivent leur ont donné des résultats venant corroborer leurs prévisions.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Lespieau* (prés. par M. Charles Moureu). — **Sur le dodécanediol — 1. 12.**

L'auteur a obtenu de nouveaux corps parmi lesquels : 1° Le méthoxyhexane $CH^3(CH^2)^5OCH^3$, liquide bouillant à 124°-125°, ayant à 19° pour densité 0,7897 et indice D 1,4065, ce qui implique une réfraction moléculaire 36,12 (théorie, 36,17).

2° Le diméthoxydodécane ($CH^3O(CH^2)^{12}OCH^3$). Les constantes obtenues sont : ébullition 156°-156°5 sous 13 mm.; fusion 11°5; à 22° densité 0,8563, indice 1,436 d'où une réfraction moléculaire 70,23 (théorie 70,14).

3° Divers produits bouillant de 200 à 360° sous 11 mm., plus légers que l'eau, se prenant en pâte par refroidissement.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *Ch. Depéret* et *J. Viret.* — **Découverte de la faune de Mammifères burdigaliens des sables de l'Orléanais dans le Haut-Armagnac.**

Cette faune a été rencontrée dans des buttes de sables blancs surmontés de limon. Des débris plus ou moins entiers de 16 espèces de Mammifères fossiles y ont été recueillis, ainsi que de nombreuses dents de Crocodiliens et une Tortue de très grande taille. Cette faune appartient sans conteste au Burdigalien comme l'atteste le grand nombre d'espèces et surtout de *mutations* de petite taille, commune avec la faune des sables de l'Orléanais. Toutefois doit-on signaler l'absence jusqu'à ce jour du *Brachyodus onoideus* qui paraît caractériser un niveau ancien du Burdigalien.

BOTANIQUE. — *Mlle L. Remy* (prés. par M. L. Mangin) **Mutation en mosaïque.**

L'auteur a observé que la mutation en mosaïque se produit chez des individus purs d'hybridation. Une plante ne donnant que des graines jaunes à enveloppe colorée, provenant elle-même de parents à graines exclusivement jaunes et à fleurs colorées, a produit des graines à portions juxtaposées jaune foncé et vert foncé; sur les plages jaunes, l'enveloppe de la graine était restée colorée, sur les plages vertes, l'enveloppe de la graine était dépourvue de coloration.

Les mutations en mosaïque obéissent aux règles de l'hybridité en mosaïque. Les plantes qui présentèrent des mutations étaient pourtant bien homozygotes et les caractères régressifs qu'elles offrirent n'avaient même jamais été observés sur les plantes stables d'où les mutants tiraient leur origine.

CHIMIE VÉGÉTALE — *M. Bridel* et *Mlle S. Grillon* (prés. par M. L. Mangin). — **Le glucoside à salicylate de méthyle du *Gaultheria procumbens* L. est le monotropitoside.**

Les auteurs ont obtenu à l'état cristallisé le glucoside à salicylate de méthyle de la Gaulthérie et constaté qu'il s'agit du monotropitoside déjà rencontré par l'un d'eux chez le *Monotropa Hypopitys* L., le *Betula lenta* L. et dans les racines fraîches de trois espèces de Spirées.

CYTOLOGIE. — *Mlle M. L. Verrier* (prés. par M. L. Bouvier). — **Sur les particularités de l'appareil mitochondrial de quelques cécidies.**

Sous l'influence de l'agent cécidogène (*Perrisia capitigena* Brem, l'auteur a observé chez *Euphorbia cyparissias* L. un arrêt dans l'évolution de l'appareil mitochondrial et, chez *Veronica Chamœdrys* L., sous l'action de *Perrisia Veronicæ* Vallot, une résistance de l'appareil mitochondrial aux réactifs qui le détruisent ordinairement (acide acétique, alcool, hydrocarbures).

ENTOMOLOGIE. — *Motoi Sakurai* (prés. par M. Bouvier). — **Sur la glande trachéale de quelques insectes.**

L'auteur a pu observer, dans la paroi trachéale de plusieurs larves de Lépidoptères et d'Hyménoptères, la glande qui, par sa position, sa forme et sa structure, ressemble beaucoup à celle déjà examinée par lui chez le ver à soie et dont la fonction serait de faciliter la mue de la trachée.

GÉNÉTIQUE. — *Mme N. Dobrovolskaïa-Zavadskaïa* (prés. par M. F. Mesnil). — **Sur une souche de souris présentant une mutabilité insolite de la queue.**

La variabilité de phénomènes morphologiques observés dans une souche de souris anoures et brachyures, permet à l'auteur de désigner cette souche comme une *souche mutante*, analogue à celles d'*Œnothera Lamarckiana*, de Drosophile, etc.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Et. Burnet* (prés. par M. Roux . — **Modifications biochimiques imprimées aux cultures de *B. abortus* en vue de la prémunition contre la fièvre ondulante.**

Un *B. abortus* retiré d'un avortement infectieux, modifié par l'action prolongée, en cultures successives, de la bile ou de l'iodoforme, a perdu une grande partie de sa virulence pour le cobaye (excellent réactif des *Brucella*) et même, autant qu'on peut actuellement en juger par des expériences de laboratoire, pour la chèvre.

Il est intéressant de constater, dit l'auteur, sur l'exemple de *B. abortus* et de *M. melitensis*, que des résultats semblables, dus sans doute à des actions physico-chimiques, sont produits par la bile, dont Calmette vient d'illustrer les propriétés, et par ces antiseptiques, dont l'étude au point de vue de la virulence remonte à la plus belle époque pastorienne (expériences de Roux et de Chamberland).

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Le bureau de l'Académie, MM. H. Le Chatelier, J. Hadamard et A Rateau sont désignés pour représenter l'Académie à la célébration du Centenaire de la fondation de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures les 26, 27 et 28 mai 1929.

Observatoire de Paris. — Le poste de Directeur de l'Observatoire de Paris est déclaré vacant.

Le délai accordé aux candidats pour produire leurs titres expire le 22 novembre 1928.

Congrès de l'organisation scientifique du travail. — Le IVe Congrès de l'organisation scientifique du travail se tiendra à Paris du 19 au 23 juin 1929 sous la présidence de M. Tardieu, ministre des Travaux publics.

La préparation en est confiée au Comité national de l'Organisation française, 44, rue de Rennes, Paris, VIe, auquel toutes demandes de renseignements peuvent être adressées dès maintenant.

Le Congrès comprendra six secteurs : I, Industrie (Production). — II, Agriculture (Production). — III. Commerce (Distribution). — IV, Administration privée et publique. — V, Economie ménagère. — VI, Enseignement et propagande.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — La séance solennelle de rentrée a eu lieu le samedi 10 novembre à 15 heures dans le grand

amphithéâtre de la Sorbonne. Au cours de cette cérémonie le centenaire de la naissance d'Octave Gréard, ancien Recteur de l'Université, a été célébré. Son éloge a été prononcé par le Recteur Charléty.

Le diplôme et les insignes de leur grade ont été remis à cinq nouveaux docteurs *honoris causa*, dont trois de l'ordre des sciences : Lord Melchett, pair d'Angleterre, Sir Charles Sherrington, Professeur à l'Université d'Oxford, M. W. S. Thayen, Professeur de clinique médicale à Baltimore. Les titres des récipiendaires ont été prononcés par les Doyens des Facultés intéressées.

— *Faculté des Sciences.* — Les thèses suivantes ont été soutenues à la Sorbonne pour le doctorat ès sciences :

26 octobre. — M. Jacquet : « *Contribution à l'étude de la radioactivité des eaux minérales et du magnésium des roches volcaniques du département du Puy-de-Dôme* ».

6 novembre. — M. Calugaréono : « *Sur les fonctions polygènes d'une variable complexe.* »,

13 novembre. — Mlle Verrier : « *Recherches sur les yeux et la vision des poissons.* »

— *Année scolaire* 1928-1929. — *Premier semestre.* — Les Cours, Conférences et Travaux pratiques s'ouvriront à la Sorbonne le 3 novembre 1928, dans l'ordre suivant :

Géométrie supérieure. — M. Cartan, Professeur, traitera de la Théorie des groupes dans ses rapports avec la Géométrie, le *jeudi* et le *samedi* à 10 h. 1/2 (Amphithéâtre Le Verrier).

M. Thybaut Chargé de Conférences, dirigera les travaux pratiques, les *jeudis*, à 14 heures (Laboratoire de Géométrie supérieure).

Calcul différentiel et calcul intégral. — M. Goursat, Professeur, traitera des opérations du calcul différentiel et du calcul intégral et des éléments de la théorie des fonctions analytiques, les *lundis et jeudis*, à 9 heures (Amphithéâtre Cauchy).

M. Denjoy, Professeur, fera des conférences de calcul différentiel et de calcul intégral, les *vendredis*, à 15 *h.* 1/2 (Amphithéâtre Milne-Edwards).

Application de l'analyse a la géométrie. — M. Julia, Professeur, fera, en vue du Certificat de calcul différentiel et calcul intégral, un Cours sur les Applications géométriques du calcul différentiel, les *mardis*, *à* 14 *heures* (Amphithéâtre Milne-Edwards).

Mécanique rationnelle. — M. Jean Chazy, Professeur, traitera de la Dynamique et de la Statique, les *mardis* et *vendredis*, *à* 9 *heures* (Amphithéâtre Cauchy).

M. Julia, Professeur, traitera de la Cinématique, les *lundis*, *à* 14 *heures* (Amphithéâtre Cauchy).

M. E. Cahen, Chargé de Conférences, fera des conférences de Mécanique rationnelle, les *samedis*, *à* 9 *heures* (Amphithéâtre Milne-Edwards).

Théorie des fonctions et théorie des transformations. — M. Paul Montel, Professeur, Chargé du Cours, traitera de la théorie des fonctions méromorphes le *mardi*, à 10 *h.* 1/2 (Amphithéâtre Le Verrier).

Mathématiques générales. — M. Julia, Professeur, M. René Garnier, Chargé du Cours, exposera la première partie du Cours de Mathématiques générales, les *mardis et jeudis*, *à* 17 *h.* 1/2, 1, rue Pierre-Curie.

M. Le Roy, Chargé de Conférences, fera des conférences de Mécanique, les *mercredis*, *à* 17 *h.* 1/2, rue Pierre-Curie.

MM. E. Cahen et Michel, Chargés de Conférences, dirigeront les travaux pratiques les *lundis*, *à* 17 *h.* 1/2 (Amphithéâtre Milne-Edwards).

Calcul des probabilités et physique mathématique. — M. Emile Borel, Professeur, traitera de la théorie des Probabilités et de ses applications, les *mercredis* et les *vendredis* (Amphithéâtre Chasles), à 11 *heures.*

Mécanique physique et expérimentale. — M. G. Koenigs, Professeur, traitera des principes généraux de la Mécanique appliquée et des Moteurs, soit hydrauliques, soit thermiques, les *mardis* et les *jeudis*, à 16 heures (96, boul. Raspail).

Les travaux pratiques auront lieu sous la direction de M. le Professeur Koenigs pour tous les élèves, le *lundi* et le *jeudi*, de 8 *h.* 1/2 à 12 *heures.*

M. Villey, Maître de Conférences, le *lundi*, à 17 *h.* 1/4; Propriétés et modes d'utilisation des matériaux solides; et le *mardi*, à 17 *h.* 1/4, interrogations et exercices sur le programme de mécanique physique et expérimentale (96, boulevard Raspail).

Astronomie. — M. Andoyer, Professeur, développera l'ensemble des matières comprises dans le programme du Certificat d'études supérieures d'Astronomie approfondie (Amphithéâtre Le Verrier) les *lundis* et *mercredis*, *à* 10 *h.* 1/2.

M. A. Lambert, Chargé de Conférences, fera des Conférences d'Astronomie pratique, les *mardis*, *à* 15 *heures*, et dirigera les Exercices pratiques les *lundis* et *mercredis*, *à* 9 *heures* (Amphithéâtre Le Verrier).

Aviation. — M. Marchis, Professeur, étudiera l'aérodynamique pour la préparation au certificat de Technique aéronautique, les *mardis* et *jeudis*, *à* 7 *h.* 1/2 (Amphithâtre de Géologie).

M. Toussaint, Chargé de Conférences, étudiera les méthodes de mesure en aérodynamique, les *samedis*, à 17 *h.* 1/2 (Amphithéâtre Milne-Edwards).

Chaire de mécanique des fluides et applications. — M. Toussaint, Chargé de Conférences et de Travaux pratiques, traitera de la Théorie et du tracé des profils d'ailes sustentatrices, les *mercredis*, à 17 *h.* 1/2 (Amphithéâtre de Géologie).

Des conférences seront faites par des savants spécialisés sur diverses questions concernant l'Aérodynamique et l'Hydrodynamique théoriques et appliquées.

Ces conférences seront annoncées par des affiches spéciales.

Physique. — M. Fabry, Professeur, traitera de la Thermodynamique et des lois du rayonnement, les *mardis* et *samedis*, à 10 *h.* 3/4 (Amphithéâtre de Physique).

M. E. Darmois, Professeur, traitera, les *mercredis*, à 14 *heures*, de la Conductibilité des électrolytes, et les *vendredis*, à 14 *heures*, de l'optique physique élémentaire (interférences) (Amphithéâtre de Physique).

M. Guillet, Professeur, traitera, les *lundis* et *jeudis*, à 14 h. 1/2, de l'Electricité. Il fera, en outre, des exercices et des interrogations en correspondance avec les cours préparatoires au Certificat.

M. Decombe, Maître de Conférences adjoint, dirigera les Manipulations de Physique qui auront lieu, *tous les jours*, au Laboratoire d'Enseignement, de 8 *h.* 1/2 *à* 11 *h.* 1/2.

Physique théorique et physique céleste. — M. Eugène Bloch, Professeur, traitera, le *lundi* et le *mercredi*, à 10 *h.* 3/4, le sujet suivant : Les progrès récents de la théorie des quanta. (Les propriétés ondulatoires de l'électron; la mécanique ondulatoire et la mécanique des matrices; les statistiques nouvelles et le principe d'indétermination (Amphithéâtre de Physique).

Electrotechnique générale. — M. Paul Janet, Professeur, traitera de la révision des lois générales de l'Electricité, des machines à courant continu et des propriétés générales des courants alternatifs, les *mardis*, *jeudis* et *samedis*, à 9 *h.* 3/4. Le cours et les travaux pratiques auront

lieu à l'Ecole supérieure d'Electricité, avenue Pierre-Larousse, à Malakoff.

Optique appliquée. — M. Fabry, Professeur fera 12 leçons sur le sujet suivant : Introduction à l'étude de l'Optique appliquée, les *jeudis*, à 10 *h.* 3/4, Institut Optique, (3, boulevard Pasteur).

M. Dunoyer, Professeur, fera des conférences sur les instruments d'optique, les *lundis* et *jeudis*, à 9 *h.* 1/4, (3, boulevard Pasteur).

M. Henri Chrétien, Chef des Travaux, fera des conférences et dirigera des exercices sur le calcul des combinaisons optiques, les *mardis* et *vendredis*, à 8 *h.* 3/4, 3, boulevard Pasteur. Les travaux pratiques auront lieu les *lundis* et *mardis*, à 14 *h.* 1/2.

Physique du globe. — M. Maurain, Professeur; traitera des propriétés physiques générales du Globe, du magnétisme terrestre et de l'électricité atmosphérique, les *lundis*, à 9 *heures*, et les *vendredis*, à 16 *heures* (191, rue Saint-Jacques).

M. Labrouste, Maître de Conférences, traitera de la Séismologie, les *lundis*, à 10 *h.* 1/2 (191, rue Saint-Jacques), et de la Climatologie, les *samedis*, à 10 *h.* 1/2 (Laboratoire de Géographie Physique).

M. Salles, Physicien adjoint, fera des séances de travaux pratiques, les *jeudis*, de 9 *heures* à 12 *heures* (191, rue Saint-Jacques).

Physique générale et radioactivité. — Mme P. Curie, Professeur, traitera des Ions, des Electrons, de la Radioactivité, les *lundis* et *mercredis*, à 17 *heures* (rue Pierre-Curie).

Les travaux pratiques auront lieu dans le second semestre.

Chimie physique. — M. Jean Perrin, Professeur, étudiera la structure de la matière, la mécanique chimique, la radiochimie et la structure interne des atomes, les *vendredis*, à 17 *h.* 1/2, et les *samedis*, à 15 *h.* 1/2 (Amphithéâtre de Chimie physique, 1, rue Pierre-Curie).

M. Debierne, Professeur, fera des Conférences sur l'Energétique et ses applications aux phénomènes physico-chimiques, les *jeudis*, à 14 *heures* (rue Pierre-Curie).

M. Mouton, Professeur (Fondation de l'Institut Pasteur), fera des Conférences sur des questions de Chimie Physique ayant des applications en Biologie, les *mardis*, à 17 *h.* 1/2 (Salle des Conférences de Chimie).

Chimie. — M. M. Guichard, Professeur, fera l'étude de Mémoires originaux de Chimie générale, les *mercredis*, et des compléments sur les métaux, les *vendredis*, à 10 *h.* 1/2 (Amphithéâtre de Chimie).

Mme Ramart-Lucas, Maître de Conférences, traitera des généralités et de la Série acyclique, les *lundis* et *jeudis*, à 10 *h.* 1/2 (Amphithéâtre de Chimie).

M. Urbain, Professeur, traitera des notions fondamentales. Thermodynamique chimique. Théories atomiques, les *mardis*, à 14 *heures* (certificat de chimie générale.)

M. Auger, Professeur, fera des conférences de Chimie analytique, les *mardis* et *jeudis*, à 9 *heures*.

M. Gain, Maître de Conférences adjoint, dirigera les Manipulations de Chimie générale (12, rue Cuvier), les *jeudis*, de 16 *h.* 1/2 à 18 *h.* 1/2, et les *vendredis*, de 13 *h.* à 17 *heures*.

Chimie biologique. — M. Javillier, Professeur, fera des Conférences (Fondation de l'Institut Pasteur), sur la composition chimique des organismes (Préparation au Certificat d'Etudes supérieures de Chimie biologique), les *lundis* et *samedis*, à 17 *h.* 1/2 (Institut Pasteur, 28, rue Dutot).

Chimie appliquée. — M. P. Pascal, Professeur. — Méthodes générales de la Métallurgie, les *lundis* et *samedis*, à 9 *heures* (rue Pierre-Curie).

M. Boulanger, Chef des Travaux, dirigera des Manipulations, les *lundis* et *jeudis*, à 13 *h.* 1/2, et les *mardis* et *mercredis*, à 14 *heures*, au Laboratoire d'Enseignement pratique de Chimie.

Etude des combustibles. — M. A. Mailhe, Professeur, traitera des alcools, benzols, huiles de lignites et de schistes, les *lundis*, à 17 *heures* (Amphithéâtre de Chimie); les *mardis*, à 17 *heures*, chimie des combustibles (Certificat de Chimie appliquée). (Amphithéâtre de Chimie).

Minéralogie. — M. Mauguin, Professeur, exposera la Cristallographie et décrira les espèces minérales, les *mercredis* et *samedis*, à 8 *h.* 3/4 (Amphithéâtre de Minéralogie). Travaux pratiques, les mêmes jours, de 9 *h.* 3/4 à 12 *heures*.

Zoologie. — M. Ch. Pérez, Professeur, traitera des Eponges et des Echinodermes, les *lundis*, à 9 *h.* 3/4, et des Batraciens, les *mardis*, à 9 *h.* 3/4 (Amphithéâtre Milne-Edwards).

M. Prenant, Maître de Conférences, traitera des Protozoaires, des Cœlentérés, des Vers et des Mollusques, les *mardis*, à 15 *h.* 1/2 *et les vendredis*, à 14 *heures* (Amphithéâtre Milne-Edwards).

Mlle L. Dehorne, Chef des Travaux, dirigera les manipulations de Zoologie, les *jeudis*, à 9 *heures*.

Anatomie et Histologie comparées. — M. Parat, Assistant, dirigera au Laboratoire, du 3 novembre au 25 décembre, les *lundis*, *mercredis et vendredis*, de 9 *heures* à 12 *heures*, des conférences et des manipulations de Technique histologique, à l'usage des élèves déjà certifiés de Zoologie, de Physiologie ou de Biologie générale, qui veulent entreprendre des recherches originales. — Exercices quotidiens, de 9 *heures* à 12 *heures* et de 14 *heures* à 18 *heures*.

Evolution des êtres organisés. — M. Caullery, Professeur, traitera de l'Hérédité et de la Variation, les *mercredis*, à 14 *heures*, et les *samedis* à 10 *h.* 1/4, des phénomènes initiaux du développement (genèse des gamètes, fécondation, parthénogénèse, etc.) [105, boul. Raspail].

M. E. Picard, Professeur, traitera de l'Adaptation, l'Action du milieu et du parasitime, les *lundis* et *mardis*, à 17 *heures*. Les Travaux pratiques du Certificat de Biologie générale auront lieu, les *lundis*, de 13 *h.* 1/2 à 17 *heures* (105, boulevard Raspail).

Biologie expérimentale. — M. Et. Rabaud, Professeur. Les Travaux pratiques préparatoires au Certificat de Biologie générale auront lieu, sous la direction de Mlle G. Cousin, assistant, le *samedi*, de 14 *heures* à 17 *heures*, au Laboratoire de Biologie expérimentale.

Physiologie générale. — M. Lapicque, Professeur, traitera du Système nerveux, les *mercredis* et *vendredis*, à 17 *heures*.

Physiologie comparée. — M. Portier, Professeur, dirigera, les *mardis*, à 17 *heures* et les *samedis*, à 15 *h.* 1/2, les conférences préparatoires au certificat de Physiologie générale.

Botanique. — M. Dangeard, Professeur, traitera des végétaux cryptogames, les *mardis*, à 14 *heures*, et les *vendredis*, à 15 *h.* 1/2 (Amphithéâtre Cauchy).

M. Blaringhem, Professeur, M. Combes, suppléant, traitera des Dicotylédones dialypétales, les *mercredis*, à 15 *h.* 1/2 (Amphithéâtre Cauchy).

M. H. Coupin, Maître de Conférence adjoint, dirigera des Manipulations, les *lundis*, de 13 *h.* 1/2 à 16 *h.* 1/2, et les *mardis*, de 8 *h.* 1/2 à 11 *h.* 1/2.

Physiologie végétale. — M. Combes, Maître de Conférences (Fondation du Ministère des Colonies) (Préparation

aux Certificats de Physiologie générale et de Botanique), traitera des tissus végétaux, de leurs constituants chimiques et de leurs applications chez les espèces coloniales, les *lundis*, à 17 *heures*, et les *vendredis*, à 10 *h.* 1/2 (Amphithéâtre Cauchy).

M. Combes, Maître de Conférences, dirigera les travaux pratiques de Physiologie végétale, les *mercredis*, à 8 *h.* 1/2, et les *jeudis*, à 13 *h.* 1/2 (Réservés aux candidats de Physiologie générale).

Géologie. — M. C. Jacob, Professeur, traitera de la Sédimentation. Les Temps secondaires, les *vendredis* et *samedis*, à 17 *heures* (Amphithéâtre de Géologie).

M. Joleaud, Professeur, fera des Conférences de Paléontologie (Invertébrés), les *mercredis* et *jeudis*, à 11 *heures* (Amphithéâtre de Géologie).

M. A. Michel-Lévy, Professeur fera des Conférences de de Pétrographie, les *lundis* et *mardis*, à 11 *heures* (Amphithéâtre de Géologie).

M. A Lanquine, Chef des Travaux, dirigera les travaux pratiques de Géologie, les *mardis*, *mercredis* et *jeudis*, de 9 *heures* à 11 *heures*.

Géologie structurale et géologie appliquée. — M. Léon Bertrand, Professeur, traitera des Gîtes métallifères et de diverses autres questions de Géologie appliquée, les *jeudis*, à 9 *h.* 1/2; de la Structure des grandes unités géologiques extra-européennes, les *vendredis*, à 10 *h.* 3/4 (191, rue Saint-Jacques).

M. P. Viennot, Assistant, dirigera, les *mardis*, de 14 à 17 *heures*, des travaux pratiques préparatoires au Certificat de Géologie appliquée (191, rue Saint-Jacques).

Géographie physique et géologie dynamique. — M. Léon Lutaud, Professeur, étudiera, les *lundis* et *jeudis*, à 14 *h.* 1/2 (Amphithéâtre de Géologie) : 1° les dislocations de l'Ecorce terrestre (analyse des accidents tectoniques; orogenèse, causes et résultats géographiques; influence tectoniques en géomorphogénie); 2° la Méditerranée occidentale, application régionale.

Il fera, en outre, au Laboratoire, des conférences complémentaires sur le programme du Certificat les *jeudis*, à 16 *heures*.

M. Labrouste, Maître de Conférences, fera des conférences de climatologie (méthodes d'observations et résultats généraux), les *samedis*, à 10 *h.* 1/2 (Laboratoire de Géographie physique).

M. Jacques Bourcart, Chef des Travaux, dirigera, les *lundis*, à 16 *heures*, les travaux pratiques en vue du certificat. Il fera, les *mercredis*, à 15 *heures*, au Laboratoire, des Conférences de Topographie (astronomie de position et méthodes de la géodésie élémentaire). Des exercices complémentaires auront lieu au Laboratoire, les *samedis*, à 16 *heures*.

— *Enseignement préparatoire au Certificat d'études physiques, chimiques et naturelles* (P. C. N.) :

Physique. — 1re *Section*. — M. H. Bénard, Professeur traitera de la Mécanique, de la Chaleur, de la Physique moléculaire, de l'Electricité statique et du Magnétisme, les *lundis*, *mercredis et vendredis*, à 9 *heures*.

2e *Section*. — M. A. Dufour, Professeur, traitera de la Mécanique, de la Chaleur et de l'Electricité, les *mardis*, *jeudis* et *samedis*, à 9 *heures*.

M. Chénevéau, Maître de Conférences adjoint, dirigera les Manipulations de Physique, les *lundis*, *mardis*, *vendredis* et *samedis*, de 13 *h.* 1/2 à 16 *h.* 1/2.

Chimie. — 1re *Section*. — M. Freundler, Chargé du Cours, traitera des Généralités, des Métalloïdes et des Métaux, les *mardis*, *jeudis* et *samedis*, à 9 *heures*.

M. Etaix, Maître de Conférences adjoint, dirigera les Manipulations de Chimie (série impaire), les *lundis et mercredis*, de 13 *h.* 1/2 à 16 *h.* 1/2.

2e *Section*. — M. Péchard, Professeur, traitera des Métalloïdes et des Métaux, les *lundis*, *mercredis* et *vendredis*, à 9 *heures*.

M. Gain, Maître de Conférences adjoint, dirigera les Manipulations de Chimie (série paire) les *mardis* et *jeudis*, *de* 13 *h.* 1/2 *à* 16 *h.* 1/2.

Zoologie. — M. Rémy Perrier, Professeur, étudiera les points principaux de la Zoologie générale et commencera l'histoire des Groupes zoologiques les plus importants.

1re Section : les *mercredis* et *vendredis*, à 10 h. 1/4.

2e Section : les *mardis* et *jeudis*, à 10 *h.* 1/4.

M. Bohn, Maître de Conférences adjoint, dirigera les Manipulations de Zoologie, les *lundis*, *mardis*, *mercredis et jeudis*, de 13 *h.* 1/2 à 16 *h.* 1/2.

Botanique. — M. Guilliermond, Professeur, traitera de l'Anatomie et de la Physiologie végétales.

1re Section : les *lundis*, à 10 *h.* 1/4.

2e Section : les *samedis*, à 10 *h.* 1/4.

M. Dauphiné, Chef des Travaux, dirigera les Manipulations de Botanique, les *mercredis*, *jeudis*, *vendredis* et *samedis*, de 13 *h.* 1/2 à 16 *h.* 1/2.

Géologie. — M. A. Dereims, Professeur, fera, à partir du mois de décembre, des leçons de Géologie préparatoires au Certificat d'Etudes supérieures S.P.C.N., les *mardis* et *jeudis*, à 16 *h.* 1/4.

Les cours du second semestre seront : Analyse supérieure et Algèbre supérieure; Mécanique des fluides et applications; Mécanique analytique et Mécanique céleste; Physique; Chimie biologique; Minéralogie; Physiologie végétale.

— *Faculté de Pharmacie*. — M. Perrot, Professeur est nommé assesseur du Doyen pour une période de 3 ans à dater du 1er novembre 1928.

Facultés des Sciences. — La Commission des sciences du Comité consultatif de l'enseignement supérieur public, dans sa séance du 9 octobre 1928 a inscrit sur la liste d'aptitude à l'enseignement supérieur, les candidats ci-après désignés :

Mathématiques. — M. Cartan.
Physique mathématique. — M. de Broglie.
Chimie. — MM. Auméras, Kirrmann, Prévost, Quelet.
Chimie biologique. — M. Fromageot.
Botanique. — MM. Durollet, Luquet.
Géologie. — MM. Duparque, Jung, Mlle Gillet.

Institut océanographique. — Les Conférences du soir pour l'année 1928-1929 auront lieu le samedi à 9 heures du soir dans le Grand Amphithéâtre, 195, rue Saint-Jacques, Paris Ve. Les portes seront ouvertes dès l'arrivée des premiers auditeurs et fermées dans le cas où l'amphithéâtre serait complet.

Les Conférences commenceront le samedi 10 novembre et se continueront dans l'ordre suivant :

10 novembre. — M. Joubin, Membre de l'Institut : *Le parasitisme dans le monde des Mers.*

17 novembre. — Commandant H. Bourée : *Les opérations océanographiques effectuées sous la direction de S. A. S. le Prince Albert Ier de Monaco.*

24 novembre. — M. A. Berget : *Comment on dirige un navire.*

1er décembre — M. l'Abbé Breuil : *Les coquillages et l'Homme préhistorique.*

8 décembre. — M. R. Cohen : *Ulysse, marin d'Epopée.*

15 décembre. — M. P. Portier : *Les nouveaux modes de traitement des noyés.*

22 décembre. — M. R. Legendre : *Le Bélugas.*

5 janvier 1929. — M. E. Brumpt : *Fréquence du Paludisme autour des Lagunes Maritimes.*

12 janvier. — M. J. Mawas : *La vision chez les Poissons.*

19 janvier. — M. L. Rudaux : *De la Mer à la Mer* (*Le Voyage d'une Goutte d'eau*).

26 janvier. — M. G. Petit : *La vie sur les côtes de Madagascar et l'Industrie indigène de la Pêche.*

2 février. — Commandant Charcot, Membre de l'Institut : *La Navigation dans les glaces.*

Les Conférences seront accompagnées de projections lumineuses et de projections cinématographiques.

Cours publics. — Les Cours publics de l'Institut océanographique, se sont ouverts le 5 novembre :

Océanographie physique. — M. A. Berget, Professeur, exposera l'ensemble des connaissances relatives à l'étude de la Mer. Les mercredi et samedi à 17 heures.

Océanographie biologique. — M. Joubin, Professeur, traitera des Faunes marines et des Conditions physiques de leur existence : 1° Faunes littorales; 2° Faunes abyssales. Les mardi et vendredi, à 17 heures.

Physiologie des Etres marins. — M. Portier, Professeur, traitera des Fonctions de relation chez les animaux marins. Les lundi et jeudi, à 17 heures.

Cours de Géodésie. — L'enseignement public de Géodésie et d'Astronomie de position destiné aux officiers du Service géographique de l'Armée, de la garnison de Paris, aux voyageurs, explorateurs, géomètres, étudiants en sciences, etc., commencera le vendredi 30 novembre 1928, à 17 heures. Il sera professé 140, rue de Grenelle (7e), sous la direction du chef de la Section de Géodésie, par des officiers.

Il comportera trois conférences par semaine, de 17 h. à 18 h. 45, les lundi, mercredi et vendredi en principe et des exercices de calcul, des manipulations d'instruments, des exercices à l'extérieur et des visites d'établissements scientifiques.

En outre, des matières d'un ordre plus élevé en Géodésie feront l'objet de conférences, constituant un cours complémentaire.

Durée du cours : 13 semaines (du 30 novembre 1928 à fin mars 1929 environ), 1re à 4e semaine : *Géodésie* : étude des instruments et des méthodes. — 5e à 7e semaine : *Géodésie* : calculs. — 8e à 13e semaine : *Astronomie de position* : étude des instruments et calculs.

Renseignements et programmes sur demande adressée au chef de la section de Géodésie, 136 *bis*, rue de Grenelle.

Conservatoire national des Arts et Métiers. — Le nombre minimum des leçons prévues pour l'enseignement préparatoire de mathématiques du Conservatoire national des Arts et Métiers est porté de 20 à 40.

Institut national agronomique. — Un concours sera ouvert le lundi 19 novembre 1928 à 9 heures pour la nomination d'un préparateur au Laboratoire d'analyses chimiques de l'établissement.

Le programme du concours et les conditions d'inscription seront envoyés aux candidats, sur demande adressée au Ministère de l'Agriculture (Direction de l'Agriculture, 1er bureau).

Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Reims. — M. Jacquinet est nommé, pour trois ans, Directeur de l'Ecole. L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Résistance des fluides, par H. Bouasse. In-8° de 479 pages et 255 figures (*Bibliothèque scientifique de l'Ingénieur et du physicien*). Delagrave, éditeur, Paris 1928. Prix : broché, 50 fr.; relié, 60 fr.

La résistance des fluides comprend l'étude des forces qui s'exercent entre un fluide et un corps solide immergé dans le fluide quand le fluide et le corps ont un mouvement relatif quelconque.

Dans l'ouvrage que nous analysons M. Bouasse a examiné, en les groupant aussi méthodiquement que possible, les faits relatifs à ces phénomènes et les applications qui en découlent.

Ce sont là des questions dont l'interprétation théorique est en général fort difficile. Ce n'est pas que de nombreuses théories n'aient été proposées et qu'on n'ait établi, pour chaque phénomène, des formules plus ou moins simples. Mais il est bien rare que les coefficients numériques qu'elles comportent s'accordent avec les données expérimentales. D'autre part, on trouve souvent, à leur base, des hypothèses inacceptables. Aussi M. Bouasse s'est-il surtout attaché à l'étude expérimentale des phénomènes par l'examen des courbes et des graphiques qui en traduisent les résultats. D'ailleurs la simple interprétation des expériences est souvent fort difficile et les coefficients de résistance qu'on en a déduit sont bien loin d'être connus à 1 0/0 près. La plupart des anciennes expériences sont même à reprendre si on ne se contente pas de rechercher l'allure générale des faits.

Cet ouvrage est l'un des plus curieux et des plus instructifs qu'ait écrit M. Bouasse. On y trouvera étudiées des questions qu'on peut considérer comme de première actualité. A la vérité, l'auteur ne se pique pas de nous décrire les dernières nouveautés, mais simplement, et c'est cela seul qui est instructif, de nous faire comprendre les principes sur lesquels reposent les appareils. On trouvera donc, dans ce livre, l'étude des principes qui sont à la base du fonctionnement des aéroplanes. Ils sont sensiblement les mêmes que ceux permettant d'étudier le vol des cerfs-volants et celui des oiseaux. De même, le fonctionnement des hélices ne diffère pas essentiellement de celui des ailes d'un moulin à vent. « Avec raison, indique M. Bouasse, le technicien exagère les différences : comme je ne fais que préparer le lecteur à une technique intelligente, pour moi les analogies l'emportent. » A. Bc.

Spectroscopy, par Baly (Text books of physical Chemistry, vol. 3. In-8° de 532 pages et 60 figures, 3e édition). Longmans, Green and Co, Londres 1927. — Prix : 22 sh. 6.

Nous avons signalé antérieurement les deux premiers volumes du grand traité de spectroscopie publié par M. Baly. Le tome III comprend l'étude des phénomènes dont l'explication se rattache au modèle atomique de Bohr. On y trouvera notamment : les séries spectrales de lignes, l'effet Zeeman, l'effet Stark, les bandes spectrales.

A. Bc.

Traité théorique et pratique de navigation aérienne, par H. de Graffigny, ingénieur civil, rédacteur à l'*Aérophile* et à la *Conquête l'air*. In-8° de 300 pages avec 106 figures. (*Encyclopédie industrielle et commerciale*). L. Eyrolles, éditeur, Paris. — Prix : 37 francs.

L'encyclopédie industrielle et commerciale fondée par

M. Léon Eyrolles, directeur de l'Ecole spéciale des Travaux Publics, du Bâtiment et de l'Industrie, comprend une série d'ouvrages théoriques et pratiques d'un grand intérêt, sur la plupart des branches de l'art de l'ingénieur.

Jusqu'à présent, cependant, la navigation aérienne n'était représentée, dans cette Bibliothèque, que par un ouvrage, d'ailleurs très intéressant, sur les moteurs d'aéronautique. Un traité complet, théorique et pratique, de la navigation aérienne, comprenant tous les aéronefs, c'est-à-dire : les ballons ordinaires et dirigeables, les avions avec leurs cellules et leurs moteurs était donc indispensable.

Nul, mieux que M. H. de Graffigny, rédacteur à l'*Aérophile* et à la *Conquête de l'air*, qui s'intéresse depuis si longtemps aux progrès de l'aéronautique, était capable de faire, en un volume relativement réduit, la synthèse de ces différentes questions.

Le livre qui paraît aujourd'hui n'est pas une œuvre de vulgarisation scientifique; c'est un véritable traité technique donnant des indications précises et des formules sur les principes essentiels de la construction et du calcul des différents engins de la locomotion aérienne.

Après un assez court historique, l'auteur étudie successivement le ballon à air chaud, les aérostats à gaz, les ballons sphériques, les gaz pour le gonflement des aérostats, le pilotage des ballons libres, les ballons captifs, les ballons dirigeables ou aéronats, les conditions de direction des ballons, la construction des ballons dirigeables, le pilotage des ballons dirigeables.

Toute cette partie du livre — environ la moitié de l'ouvrage — est tout à fait intéressante et mérite d'être lue, même par les spécialistes, qui auront ainsi l'occasion d'embrasser rapidement tout le domaine qui les intéresse et de revoir l'enchaînement des notions indispensables à tous ceux qui s'occupent des ballons. Nous ne ferons qu'une observation de détail au sujet des drachens ou « saucisses ». M. de Graffigny dit, p. 87, « C'est le capitaine von Parseval qui donna la solution pratique du problème avec son *lütschrifst-drachen*, qui fut utilisé par les armées belligérantes ». Il n'aurait pas été sans intérêt d'ajouter que le « drachen » von Parseval ne tarda pas à être notablement perfectionné par le capitaine Coquet, perfectionnement assez notable pour avoir été copié ensuite par l'Allemagne et ses alliés.

Nous n'avons d'ailleurs que des éloges à formuler quant à la seconde partie de l'ouvrage concernant les avions.

Après avoir exposé clairement les principes aérodynamiques et le problème de l'aviation, l'auteur donne une vue d'ensemble sur les avions actuels, entre dans des détails constructifs, décrit sommairement les moteurs et notamment ceux qui ont pris part au concours d'endurance de 1926. Après le calcul et la construction des hélices, l'auteur revient sur la construction des cellules, puis termine cette seconde partie par le pilotage, l'essai, le réglage et l'entretien des avions.

Les deux derniers chapitres de ce traité sont consacrés aux parachutes, aux hilicoptères et aux ornithoptères; ces deux dernières catégories d'appareils étant encore — pour longtemps peut-être — dans la période d'études.

Le traité de M. H. de Graffigny est certainement l'un des ouvrages les plus intéressants de l'Encyclopédie Léon Eyrolles.

Ed. M.

Verges et plaques. Cloches et carillons, par H. Bouasse. In-8° (*Bibliothèque scientifique de l'ingénieur et du physicien*) de 456 pages avec 211 figures. Delagrave, éditeur, Paris.

Cet ouvrage de M. Bouasse forme le troisième des 5 volumes que l'auteur se propose de consacrer à l'Acoustique. Son titre indique suffisamment les matières dont il contient l'exposé. Elles comptent parmi les plus délicates de cette science, généralement fort mal connue, qu'est l'Acoustique. Mais les qualités si remarquables de précision et de clarté qui caractérisent les écrits de M. Bouasse, sa forte documentation et, nous dit-il lui-même, ses longues réflexions sur beaucoup des problèmes qu'il a traités, ont eu raison des difficultés inhérentes aux matières exposées, dont le lecteur s'aperçoit à peine.

Les 7 premiers chapitres sont consacrés à l'étude des vibrations longitudinales et des vibrations transversales des diverses formes de tiges et à leurs applications : diapason, instruments à excitation mécanique (violon de fer, harmonica, xylophone, claquebois, etc.), où l'on produit les vibrations par le choc, le frottement ou la déformation des tiges; les instruments à excitation pneumatique (trompette d'enfant, corne d'auto, harmonium, accordéon, etc.), où la verge vibre sous l'action du vent sans qu'il y ait de résonateur comme dans les instruments dits à anche, en sorte que la verge imposant le son, il faut ici une anche par note. Les chapitres VIII et IX sont consacrés aux déformations et aux vibrations des plaques, l'auteur se limitant aux plaques circulaires et rectangulaires, ce qui suffit à donner une idée de la complexité mathématique du problème et, peut-être aussi, de son médiocre intérêt physique. L'étude des cloches et des carillons fait l'objet des deux derniers chapitres.

A. Bc.

Le ciel et l'Univers, par M. l'abbé Moreux. In-16 de 634 pages et 595 figures dans le texte et XXIV planches en couleurs hors texte. G. Doin, éditeur, Paris 1928. — Prix : 100 francs.

On pourrait faire un volumineux recueil des erreurs grossières touchant les astres et l'Univers, qu'on trouve dans les journaux, les revues et les livres d'écrivains réputés. Cependant, l'Astronomie, qui est peut-être la plus ancienne des sciences, est aussi l'une des plus belles par la variété et la splendeur des horizons qu'elle ouvre à l'intelligence humaine. Peut-être présente-t-elle quelques difficultés pour les esprits n'ayant qu'une faible culture scientifique, et bien des astronomies, soi-disant populaires, ne sont qu'un fatras d'inepties grandiloquentes qui découragent vite le lecteur intelligent. On n'adressera pas ce reproche à l'ouvrage que nous présentons à nos lecteurs.

M. l'abbé Moreux a les qualités qui font les meilleurs écrivains. Il a le souci constant de la clarté, le goût de la phrase sobre, précise et élégante, et il sait « que la véritable éloquence se moque de l'éloquence ». Aussi nous fait-il grâce des plates dissertations sur l'infini qui sont monnaie courante dans les ouvrages d'astronomie destinés au grand public. Les faits qu'il décrit sont assez grandioses par eux-mêmes sans qu'il soit besoin de les commenter longuement. Il suffit de les exposer avec clarté et d'en dégager toute la signification. C'est à quoi excelle M. l'abbé Moreux, qui, par ses longues recherches sur l'astronomie et par sa culture encyclopédique, était mieux qualifié que quiconque pour écrire un livre où l'astronomie fut exposée de manière à être entendue de tout esprit désireux de s'instruire.

M. l'abbé Moreux nous décrit et nous explique, le plus simplement du monde, les phénomènes multiples et variés que manifestent les divers astres de notre système solaire : le Soleil, Mercure, Vénus, la Terre, la Lune, Mars, les Astéroïdes, Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune, les Comètes, les Etoiles filantes et les Bolides. Il nous entraîne ensuite à travers l'immensité de l'Univers sidéral, vers les Etoiles, dont l'évolution soulève tant de problèmes encore mystérieux : étoiles doubles et multiples, étoi-

les variables et temporaires; vers les amas stellaires et les Nébuleuses. Il termine en se posant des questions qui dépassent le cadre des variétés positives mais qui montent invinciblement à l'esprit de l'homme en face de l'immensité de l'Univers : « Où sommes-nous ? D'où venons-nous ? Comment se sont formés les mondes ? » Et M. l'abbé Moreux expose sa propre théorie cosmogonique sur l'origine du système solaire qui, si elle ne résout pas toutes les énigmes, nous offre tout au moins une explication admissible de l'origine du système solaire.

Ajoutons que l'ouvrage comporte une illustration véritablement remarquable et qu'il est édité avec une perfection qui fait le plus grand honneur à M. G. Doin.

A. Bc.

Properties of inorganic substances, par Wilhelm Segerblom. In-8° relié de 226 pages. The Chemical Catalog Company. Editeurs, New-York. — Prix : 6 dollars.

Cet ouvrage avait été publié en 1909 sous le titre de Tables des propriétés de plus de cinq cents composés minéraux communs ». Il avait été si favorablement accueili qu'une nouvelle édition avait été mise en vente en 1916; sous son titre actuel il constitue une seconde revision du texte primitif mise à jour de toutes les données récntes et augmentée des propriétés d'un grand nombre d'autres substances minérales.

Près de sept cent cinquante composés sont maintenant décrits dans cet intéressant recueil. Ils y sont répartis d'après les groupes employés par Fresenius. Pour chacun d'eux on y trouve la constitution, les caractères analytiques, les propriétés physiques fondamentales, les solubilités, toutes les particularités importantes qu'il peut présenter, ses divers noms scientifiques ou commerciaux, etc... Toutes les températures sont données en degrés centigrades. On se rend compte aisément de la commodité d'un tel répertoire qui ne fait vraiment pas double emploi avec les divers Agendas ou Mementos du chimiste français ou étrangers. Comme il est très facile à consulter, grâce à un index comportant 24 pages sur deux colonnes, il constituera pour les chimistes français, en même temps qu'un précieux recueil de renseignements, un véritable dictionnaire des noms anglais de tous les composés minéraux importants. Enfin il est bon de faire remarquer que ce ne seront pas seulement les chimistes qui le consulteront avec fruit, mais bien les chercheurs des laboratoires consacrés aux sciences les plus diverses, car il en est bien peu où l'on n'ait pas souvent besoin de données précises sur les propriétés de quelque substance minérale.

A. Berthelot.

Flore complétive de la plaine française, par P. Fournier, Docteur de l'Université de Paris. In-16 de 632 pages avec 565 pages. Paul Lechevalier, éditeur, Paris. — Prix : 70 fr.

Tous ceux qui se servent couramment des flores de poche, même des meilleures, savent qu'il n'est pas toujours possible de déterminer exactement certaines espèces, par suite de l'existence de sous-espèces, de variétés et d'hybrides. Il y a là un vaste domaine qui jusqu'ici était fermé aux botanistes herborisants, faute d'un ouvrage capable de leur servir de guide. Il n'en sera plus de même maintenant grâce à l'intéressante Flore complétive de M. Fournier qui a précisément pour but de servir de complément aux flores usuelles en ce qui concerne les genres et espèces complexes ainsi que leurs hybrides.

Cet ouvrage a d'abord été publié en fascicules, de 1924 à 1927, sous le nom de *Bréviaire du botaniste;* c'était là un titre qui se justifiait parfaitement tant est considérable la masse de données que l'auteur a condensées dans ce livre d'aussi petit format. Certes, cette Flore complétive n'est pas faite pour les débutants, et il est prudent de ne l'aborder que lorsqu'on sera absolument rompu à l'usage des Flores usuelles; mais alors on aura vite fait d'en apprécier toute l'importance et on le consultera pour toutes les déterminations difficiles.

La rédaction d'un tel ouvrage a certainement demandé plusieurs années de travail, aussi l'auteur a-t-il vraiment droit à la reconnaissance des botanistes. On comprend sans peine que des savants éminents comme MM. Lecomte, Mangin et Lallemand aient encouragé un labeur aussi désintéressé, puis aidé M. Fournier à mener à bien la publication d'un livre qui rendra les plus grands services à tous ceux qui désirent étudier d'une manière approfondie la flore phanérogamique de la région parisienne ainsi que de l'ouest, du centre, du nord et de l'est de notre pays.

A. B.

Le sous-sol de la France. Répertoire annuel des mines et gisements de France. Editions de l'Office Général minier. Paris.

On trouvera, dans cet ouvrage, des renseignements très détaillés sur les concessions minières instituées depuis la loi de 1810. Pour cela, les auteurs ont dépouillé toute la collection des *Annales des Mines* parues depuis plus d'un siècle, compulsé les Bibliothèques du Ministère des Travaux publics et de l'Ecole des Mines, et la collection du *Journal Officiel*. Sur toutes les concessions qui ont été octroyées, qu'elles soient encore en vigueur ou qu'elles aient été abandonnées, l'ouvrage donne une notice fournissant des renseignements très détaillés : origine et durée de la concession, nom des communes sur lesquelles elle s'étend. La partie administrative sera particulièrement appréciée des ingénieurs et des exploitants qui y trouveront une foule de renseignements utiles. L'ouvrage renferme également une série de Notices sur des sujets d'actualité, dûs à d'éminents spécialistes : méthodes d'examen microscopique des minerais métalliques par M. J. Orcel; nouvelle méthode de recherche et d'estimation des métaux précieux dans les minerais, applicable en cours de prospection, par M. Ad. Braly; argiles françaises, leurs conditions générales de gisement et d'extraction par M. A. Lanquine; méthodes actuelles de prospection des sourciers et de recherche des gisements par l'électricité, par M. Colonier; les anciens minéralogistes de France : des mines du Roussillon par M. L. Le Monnier; les gisements aurifères de France par M. L. Laffitte.

L'état des choses créé par la guerre nous oblige à concentrer notre attention sur la reprise de nos vieilles mines métalliques. Il n'est pas douteux que l'ouvrage que nous signalons à nos lecteurs, puisse contribuer à la renaissance de quelque mine endormie. Ainsi les éditeurs ont-ils fait œuvre intéressante et utile, dont leur sauront gré tout ceux qui ont besoin de connaître le sous-sol de notre pays.

A. Bc.

Qu'est-ce que la vie ? — Nouveaux essais de synthèse biologique, par Eugenio Rignano, de l'Université de Milan, correspondant de l'Institut, directeur de « Scientia ». In-8° de 208 pages. Félix Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

Vigoureux réquisitoire contre la conception mécaniste de la biologie. Dans une première partie, l'auteur dresse le bilan des principaux faits qui établissent à l'évidence l'existence du finalisme qui préside aux transformations de la matière vivante : capacité de synthèse, choix des éléments à assimiler, auto-conservation, auto-réparation, pré-

adaptation des organismes au milieu, faculté d'adaptation nauvelle aux changements du milieu, comportement des organismes inférieurs et des animaux supérieurs, réflexes et instincts, choix des moyens, etc.

Mais ce finalisme, il faut l'expliquer. M. Rignano repousse également l'animisme traditionnel, qu'il déclare impuissant et inutile, et le mécanisme de Loeb, qui prend des actions de déclenchement pour des actions causales. Il n'admet pas davantage les hypothèses néo-vitalistes de Driesch et de Bergson. Il croit pouvoir résoudre toutes les difficultés par sa théorie de l'énergie nerveuse spécifique, maîtresse des actions morphogéniques et des évolutions phylétiques, siège d'une mémoire héréditaire, source des tendances affectives qui commandent non seulement l'activité animale, mais aussi la pensée humaine et le développement social. Il mentionne enfin les faits qui déjà confirment son hypothèse et les expériences qui restent à faire pour en démontrer le bien-fondé.

Au total un livre passionnant, écrit de main de maître, et dont les conclusions, pour être discutables, n'en appellent pas moins l'attention de tous les chercheurs.

R T.

Où en est la chimie industrielle, par A. Chaplet (*Collection des mises au point*). In-8° de 286 pages avec 79 figures. Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris.

L'industrie chimique a pris, dans la vie moderne, une place sans cesse accrue. Autrefois bornée à la fabrication de quelques acides et de quelques sels, elle embrasse aujourd'hui une très grande variété de substances minérales ou organiques, aux applications les plus diverses. Certaines de ces fabrications, comme celle des nitrates, de l'ammoniaque synthétique, des explosifs, ont une importance nationale et sociale de tout premier plan. Aucun esprit cultivé ne peut plus se désintéresser de problèmes aussi essentiels. C'est à eux que s'adresse l'ouvrage de M. Chaplet où l'auteur a su, en une rapide revue, fixer les points essentiels des branches les plus importantes de l'industrie chimique. On y trouvera exposées successivement, en termes fort simples et sans aucun appareil technique : les industries des combustibles, les industries de la combustion, les industries du four électrique, l'évolution de la grande industrie chimique, la fabrication par cristallisation, les synthèses industrielles par catalyse, les pierres artificielles, les industries des gaz, les industries chimiques alimentaires, les industries chimiques microbiennes, les industries synthétiques organiques, les matières plastiques artificielles.

A. Bc.

Les Turbines à vapeur, par l'Ingénieur Giuseppe Belluzo, professeur de Construction des Moteurs au Polytechnicum Royal de Milan; traduit de l'Italien par Jean Chevrier, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, licencié ès sciences. Deux volumes:

1° *Théorie et calcul des Turbines à vapeur* : In-8 de 367 pages avec 2 planches et 260 fig.

2° *Les Turbines à vapeur* : In-8 de 596 pages avec 16 planches et 490 fig.

Deuxième édition entièrement refondue. Gauthier-Villars et Cie, éditeurs à Paris.

L'ouvrage en deux volumes du Professeur Guiseppe Belluzo est un traité fondamental sur la question à l'usage des ingénieurs, des techniciens et des élèves ingénieurs des écoles d'application. Le premier volume est consacré aux théories et aux calculs généraux; le second, à la construction et aux applications des turbines à vapeur.

Deux hommes de génie, Charles Parsons et Gustave de Laval, en 1884, imaginèrent les moteurs à turbine et arrivèrent à réaliser les types connus sous les noms de turbine à réaction et de turbine à action.

Depuis que l'on sait construire des générateurs à courant continu et alternatif, puissants et de grande vitesse, l'emploi des turbines est devenu extrêmement fréquent non seulement dans les installations fixes mais sur les navires et même sur les locomotives. L'auteur de l'ouvrage en question est aussi l'auteur du projet de la première locomotive à turbine à vapeur essayée en 1908 en Italie.

Grâce à une série de perfectionnements qui sont analysés dans l'ouvrage, la consommation de vapeur par kilowatt-heure est tombée à 5 kg. dans les installations fixes, à 6 kg. à bord des navires. On a obtenu toute la gamme des vitesses que l'on voulait, depuis 3.000 tours : minute à poste fixe jusqu'à 150 tours pour la marine.

Les divers types de turbines tendent à s'uniformiser; les compétitions au sujet des brevets ayant cessé, on s'efforce de prendre ce qu'il y a de mieux dans chacun d'eux pour obtenir le modèle de moindre prix, de moindre poids et de moindre consommation.

Un nouveau champ d'application s'est d'ailleurs ouvert par l'utilisation de la vapeur d'échappement d'autres moteurs. Une autre application notable tend à se développer : l'installation à récupération totale ou partielle de la vapeur dans les industries qui ont besoin de vapeur à basse pression pour le chauffage. Les pompes et les ventilateurs sont, de plus en plus, commandés par des turbines de petite puissance.

L'augmentation des pressions et des températures permettra encore un accroissement de rendement. Les futures turbines à vapeur auront une roue à action qui utilisera la force vive de la vapeur à 500 ou 600° se détendant de plus de 30 atmosphères à 10 ou 15 atmosphères, et une série de roues à action ou à réaction pour utiliser les détentes successives jusqu'à la pression du condenseur. Des métaux et alliages spéciaux permettront sans doute de reculer encore les limites thermiques et procureront une nouvelle économie de vapeur.

Nous ne pouvons suivre l'auteur dans toutes les parties de cet ouvrage magistral.

Le premier livre comprend l'exposé rationnel de toutes les théories étayées d'ailleurs par des recherches expérimentales dont l'étude fait l'objet du chapitre IX. Les principes généraux du calcul et de la régularisation des turbines sont parfaitement développés.

Le second livre comprend tout ce qui concerne la construction (distributeur, ailettes mobiles, tambours et disques, arbres, équilibrage des rotors, enveloppes, boîtes de joint, paliers de support, régulateurs) des turbines à grande, moyenne ou petite puissance. On y trouve toutes les applications à la marine et même à la traction sur voie ferrée.

Nous ne connaissons pas sur les turbines à vapeur d'ouvrage plus intéressant et nous le recommandons vivement à tous ceux qui s'intéressent à cette importante branche industrielle et scientifique.

Edmond Marcotte.

Le Gérant : M. Hédan.

Imprimerie P. et A. DAVY, 52, rue Madame. Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 22 — 66e ANNÉE — 24 NOVEMBRE 1928

LA CONCEPTION DE LA GRAVITATION UNIVERSELLE EN GRÈCE ANTIQUE

par **E.-M. ANTONIADI**
Astronome attaché à l'Observatoire de Meudon

L'astronomie hellénique n'est pas connue en Europe comme elle devrait l'être. Il y a plusieurs causes à cela. En premier lieu, des savants étrangers des XVIe, XVIIe et XVIIIe siècles, qui avaient largement puisé dans les anciens écrits, ont oublié, en général, la source de leur inspiration, de sorte qu'ils ont contribué à étouffer la science antique. Puis, des passages d'une importance capitale ont été mal compris et mal traduits, annulant ou faussant ainsi, pour le lecteur, quelques-unes des plus brillantes découvertes des premiers philosophes. Enfin, les hellénistes n'étant pas des astronomes, et les historiens de l'astronomie depuis le commencement des temps modernes ayant rarement été des hellénistes, la portée de nombreux textes de haute valeur pour l'histoire de la création scientifique a passé inaperçue aux divers chercheurs qui se sont occupés de ces questions.

Ainsi, quand on parle de l'attraction universelle, par exemple, il est bien rare que l'on cite les anciens. Et cependant ce sont eux qui ont conçu, avec une antériorité de dix-neuf à vingt-quatre siècles sur Newton, l'action de la gravitation ; et si Newton a eu l'immortel mérite de démontrer, entre autres, que les corps s'attirent proportionnellement à leurs masses et de prouver l'exactitude de la loi du carré de la distance, une loi qui avait été énoncée avant lui par un Français, l'histoire des sciences ne manquera pas de réserver une belle part de gloire aux premiers chercheurs dont le génie a pu affirmer l'action de cette force mystérieuse dans l'univers entier.

Le voile ainsi tendu sur l'astronomie ancienne nous a incité à entreprendre une analyse indépendante des textes grecs y relatifs à la Bibliothèque Nationale, de Paris, dont l'admirable richesse et la parfaite organisation ont grandement facilité notre tâche. Nous avons pu y constituer une documentation satisfaisante sur toutes les questions astrophysiques traitées par les anciens, et nous nous proposons aujourd'hui d'extraire de nos notes un certain nombre de traductions précises de passages ayant trait à la gravitation et dûs à quelques-uns des principaux philosophes de l'antiquité classique.

D'après St. Hippolyte, « Anaxagore.....[croyait] absolument que les graves se réunissent au milieu » (1). Platon parle du « bas, où se porte tout ce qui a une masse » (2). Pour Aristote, « chacune des parcelles a du poids vers le mi-

(1) DIELS, *Doxographi Græci*, p. 137.
(2) *Timée*, 62 c.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

lieu [de la terre] » (3). Selon Simplicius, « Straton et Epicure croyaient que chaque corps a du poids et qu'il se porte vers le milieu » (4). Cléomède aussi mentionne « la tendance des graves vers le milieu » (5), et Simplicius parle des « centrobariques », ou graves portés vers le centre (6). Jean Philopon, traitant de la Terre, dit que « les graves se portent vers elle de tous côtés sous des angles égaux, parce qu'elle contient le centre de tout » (7). Aristote conçoit la formation de la Terre par la gravité en ces termes : « Chaque corps ayant sa tendance vers le milieu, ...il est clair que sa formation (8) est sphérique » (9). Et cette notion a été reprise par Copernic, qui avait étudié les anciens, sans mention du Stagirite : « La gravité, dit-il, n'est pas autre chose qu' ....une tendance naturelle des parties.... à se réunir sous la forme d'un globe » (10). On a loué Copernic pour cette idée ; mais malheureusement elle n'est pas plus de lui que celle du système héliocentrique du monde.

L'intuition de Plutarque l'a conduit plus loin que ses devanciers : « Est-ce que des masses rougies au feu et pesant mille talents, se demande-t-il, tombant dans les profondeurs de la terre, ne s'arrêtent pas lorsqu'elles arrivent au milieu, où elles ne rencontrent rien, aucun appui ? Et si, entraînées vers le bas par la vitesse de chute, elles dépassaient le milieu, ne reviendraient-elles pas en arrière ? » (11)

L'idée que l'attraction peut être contrebalancée par la force centrifuge a été conçue à peu près simultanément par Anaxagore et Empédocle. Pour Anaxagore, les astres « se tiennent par la violence de leur révolution ; lâchés, ils tomberaient » (12) ; et ils « échappent, dit Aristote, à la tendance propre par leur tournoiement, ...d'après ce que dit Empédocle » (13). Dans un trait de génie, Plutarque affirme que « ce qui aide la lune à ne pas tomber [sur la terre], c'est le mouvement même et la rapidité de sa révolution circulaire, de même que la chute de ce que l'on met dans les frondes est empêchée par la circonvolution ; car tout est mû par le mouvement naturel s'il n'en est détourné par rien. Et ainsi la lune n'est pas entraînée par son poids, car la pesanteur est déjouée par la révolution circulaire » (14). C'est par là que Newton est passé dans sa démonstration de la loi de la gravitation ; mais le passage précité a certainement inspiré Hooke aussi quand il écrivait, sans mentionner Plutarque, que « tous les corps, quels qu'ils soient, mis en mouvement direct et simple, continueront à se mouvoir en ligne droite jusqu'à ce qu'ils soient déviés par quelques autres forces effectives et mis dans un mouvement décrivant un cercle, une ellipse, ou quelque autre ligne courbe plus composée » (15).

Après avoir parlé de l'attraction de la Terre, qui fait tomber sur elle tout ce qui l'entoure, Plutarque étend la force de la gravitation sur la Lune, qu'il voit attirer de même les corps dans son voisinage, puis sur le Soleil, qui exerce la même attraction sur tout ce qui l'entoure (16). Enfin, l'immortel philosophe de Chéronée voit dans la gravitation une force inhérente à tous les astres de l'univers : « Etant donné, dit-il, qu'il y a de nombreux mondes, chacun d'eux doit avoir son centre propre... Celui qui prétend que là où il y a beaucoup de centres, les poids sont poussés de tous côtés vers un centre unique, ne diffère aucunement de celui qui croit que le sang des nombreux hommes.... coule dans une veine unique, et que les cerveaux de tous sont contenus dans une seule méninge » (17).

On ne saurait être plus affirmatif : pour Plutarque, il n'y a absolument aucun doute que chaque astre est un centre d'attraction dans l'univers, toute idée contraire étant absurde et ridicule à ses yeux. Les modernes se sont emparés de cette conception de l'attraction du Soleil, de la Lune et des autres mondes, mais sans mention de l'ancien philosophe : « Il faut admettre, dit Copernic, que cette tendance est propre aussi au Soleil, à la Lune et aux autres planètes » (18). Képler voyait aussi dans la gravitation une force inhérente à tous les corps ; et, en 1674, Hooke, copiant Plutarque, affirmait que « tous les corps célestes, quels qu'ils soient, ont une attraction ou force gravitante vers leurs propres centres » (19). Képler croyait encore que la Terre et la Lune s'attiraient comme deux aimants, l'influence de notre globe étant prépondérante à cause de sa masse supérieure.

Le premier parmi les modernes qui ait repris avec succès la question depuis les anciens est l'Italien Borelli. Pour ce savant, qui écrivait en 1666, la révolution des planètes autour du Soleil et celle des satellites autour de leurs planètes respectives sont dues à quelque propriété du corps central. Comme Plutarque, il pense à

(3) *Du ciel*, II, 14, 297 *a*.
(4) *Commentaire au Ciel d'Aristote*, I; 8, 122 *a*.
(5) *Théorie cyclique des météores*, II 1.
(6) *Op. cit.*, II, 14, 243 *a*.
(7) *Explication de la Cosmogonie de Moïse*, III. 7.
(8) C'est-à-dire de la Terre.
(9) *Du ciel*, II, 14.
(10) *De revolutionibus orbium cœlestium*, I, 9.
(11) *De la face qui apparaît dans le cercle de la lune*, 7.
(12) Diogène de Laërte, *Anaxagore*, 8.
(13) *Du ciel*, II, 1, 284 *a*.
(14) *Op. cit.*, 6.

(15) Brewster, *Memoirs of the Life, Writings, and Discoveries of Sir Isaac Newton*, II. p. 126.
(16) *Op. cit.* 8.
(17) *Des oracles disparus*. 27.
(18) *De revolutionibus orbium cœlestium*, I, 9.
(19) Brewster, *op. cit.*, I, p. 286.

la force centrifuge qui maintient la pierre dans la fronde, et estime, avec le philosophe grec, que lorsque la force de retrait contrebalance la tendance centripète, l'astre décrit une orbite circulaire autour du corps médian (20). De plus, Borelli a eu le grand mérite de croire, avant Newton, que les comètes décrivent des orbites elliptiques ou paraboliques autour du Soleil (21).

Quant à l'idée du carré de la distance, on sait qu'elle n'est pas de Newton, mais qu'elle avait germé d'abord dans l'esprit de Képler, qui l'a cependant rejetée aussitôt en faveur des distances simples. La vraie loi de l'attraction a été trouvée par l'astronome français Ismaël Boulliaud, qui affirmait que *si la gravitation existe, elle ne peut que suivre la loi des carrés* (22). Newton a rendu justice à Boulliaud pour avoir ainsi trouvé la véritable « proportion de la gravité » (23). Cette idée de Boulliaud a été utilisée par les savants anglais Wren, Hooke et Halley ; et, en 1679, Hooke écrivait à Newton que « si la force de la gravité diminuait comme le carré de la distance, la courbe décrite par un projectile serait une ellipse dont le foyer se trouverait au centre de la Terre.» (24). On voit ainsi, une fois de plus, que les magnifiques démonstrations inductives et déductives de Newton ont été l'aboutissement d'une longue suite de raisonnements échelonnés sur plus de vingt siècles et où les principales idées créatrices reviennent aux anciens.

L'origine du mouvement des astres a intrigué de tout temps l'esprit des chercheurs des choses du ciel. Aristote, qui niait la création et qui considérait l'univers et les astres comme ayant existé de tout temps, estimait aussi que les mouvements des corps célestes étaient éternels dans le passé (25). Mais Anaxagore concevait ces mouvements comme ayant été imprimés par la Divinité, qu'il appelait Intelligence : cette dernière a donné selon lui « le commencement du mouvement » (26). Mille ans plus tard, Jean Philopon se demandait si « le Dieu créateur ne pouvait avoir communiqué à la Lune, au Soleil et aux autres astres une force de mouvement » (27); puis, devenant affirmatif, il conclut qu'il « est nécessaire qu'une force incorporelle ait été imprimée par celui qui lançait à ce qui était lancé » (28). Cette idée d'Anaxagore et de Philopon, qu'une impulsion primitive avait été donnée aux astres par le Créateur, a été aussi reprise aux temps modernes, entre autres par Newton, qui écrivait à Bentley que, « pour faire un pareil système avec tous ses mouvements, il fallait une cause qui comprît » (29).

(20) *Theoricæ Mediceorum Planetarum ex causis physicis deductæ. Florence*, 1666.

(21) Ceci a été signalé par Delambre (Fabroni, *Lettere inedite d'uomini illustri*, I, p. 173; Delambre, *Histoire de l'Astronomie moderne*, p. 334).

(22) Delambre, *op. cit.*, p. 11.

(23) *Lettre* du 20 juin 1686 à Halley (Brewster, *op. cit.*, I, p. 282, note 1 et p. 443).

(24) Brewster, *op. cit.*, pp. 287-288.

(25) *Métaphysique*, XI, 8, 2.

(26) Diogène de Laërte, *Anaxagore*, 4.

(27) *Interprétation de la Cosmogonie de Moïse*, I, 12.

(28) *Commentaires aux livres de physique d'Aristote*, IV, 8.

(29) Brewster, *op. cit.*, II, p. 126.

L'UNION INTERNATIONALE DE SECOURS ET LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

par P. VAYSSIÈRE
Directeur-adjoint de la Station entomologique de Paris.
Secrétaire de la Commission nationale d'Etudes des Calamités

Le 12 juillet 1927 doit être considérée comme une date mémorable dans les annales de la vie internationale. En effet, ce jour-là, après six années d'efforts persévérants, la généreuse initiative de M. le Sénateur Ciraolo a pris corps et l'Union Internationale de Secours fut fondée. Il est attristant que cet événement mondial soit passé inaperçu en France et que la presse ait gardé à son sujet un silence incompréhensible.

Rappelons que, du 4 au 12 juillet, s'est tenue à Genève, dans le Palais de la Société des Nations, une conférence diplomatique à laquelle 42 Etats, membres ou non membres de la Société des Nations, étaient représentés. Là, fut élaborée la convention diplomatique qui définit le but de l'Union Internationale de Secours, limite son action et admet le libre concours des Sociétés nationales de la Croix-Rouge et de toutes autres organisations publiques ou privées ; elle détermine les organes et le siège de l'Union (dans la ville où est établie la Société des Nations), elle fixe la contribution des Etats adhérents, énonce

les ressources dont elle pourra disposer et se termine par les articles relatifs à la ratification et à l'entrée en vigueur de tout instrument diplomatique (1).

Evidemment pour que l'Union Internationale de Secours qui se trouve ainsi virtuellement fondée puisse, à une date ultérieure, aussi rapprochée que possible, agir d'une façon utile, il importe de prendre sans tarder toutes mesures tendant à rendre « plus efficace l'effort coordonné des institutions charitables et des corps

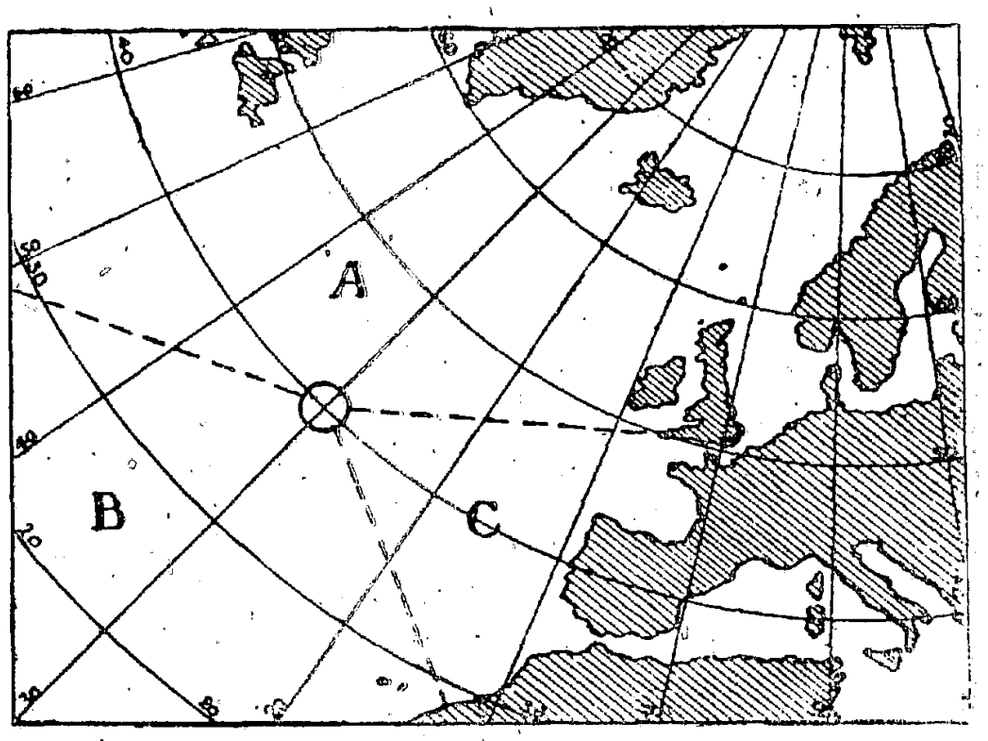


Fig. 356. — La houle au Maroc

A. — Région où circulent les dépressions qui produisent la houle aux Açores et au Maroc (ports du Nord).
B. — Région où les dépressions produisent de la houle dans les ports du Sud du Maroc et au Portugal.
C. — Région où les forts vents du N.N.W. créent de la houle au Maroc. Les vents régnants peuvent affaiblir ou détruirent la houle.

scientifiques qui seront invités à lutter, dans un harmonieux et indissoluble effort contre les fléaux de la nature et à en atténuer les conséquences désastreuses ». Or, nous savons que ces fléaux, ces calamités ne sont pas sans remède ; ils sont les conséquences de notre ignorance ou de notre méconnaissance des lois de la nature. La souffrance humaine, d'autre part, résulte en grande partie d'un manque de fraternité ; aussi conçoit-on sans peine le rôle bienfaisant que sera appelée à jouer dans le monde une organisation qui s'efforcera de mettre au bénéfice de son action d'entr'aide internationale, les acquisitions de la recherche scientifique (2).

D'ailleurs, l'article 2 de la Convention ne spécifie-t-il pas, dans les buts de l'Union Internationale de Secours, « ...et, d'une façon générale, d'encourager les études et les mesures préventives contre les calamités... ». Comment peut-on concevoir le rôle de l'Union Internationale de Secours au point de vue scientifique et n'y a-t-il rien d'existant déjà dans cet ordre d'idée ?

(1) Cf. *Mat. pour l'Et. des Calamités*, n° 14, p. 181. 1927.

(2) R. MONTANDON : Pour une coordination de l'effort scientifique dans la lutte contre les calamités. *Mat. p. l'ét. des Calamités*, Mém. hors série, Genève 1927.

LES MATÉRIAUX POUR L'ÉTUDE DES CALAMITÉS.

En 1923, les laboratoires scientifiques du monde entier recevaient une brochure (1) très intéressante et très instructive, due à la plume de Raoul Montandon, Président de la Société de Géographie de Genève, bien connu par ses remarquables travaux bibliographiques de l'Archéologie française. L'auteur attirait l'attention sur le côté scientifique du projet élaboré par le

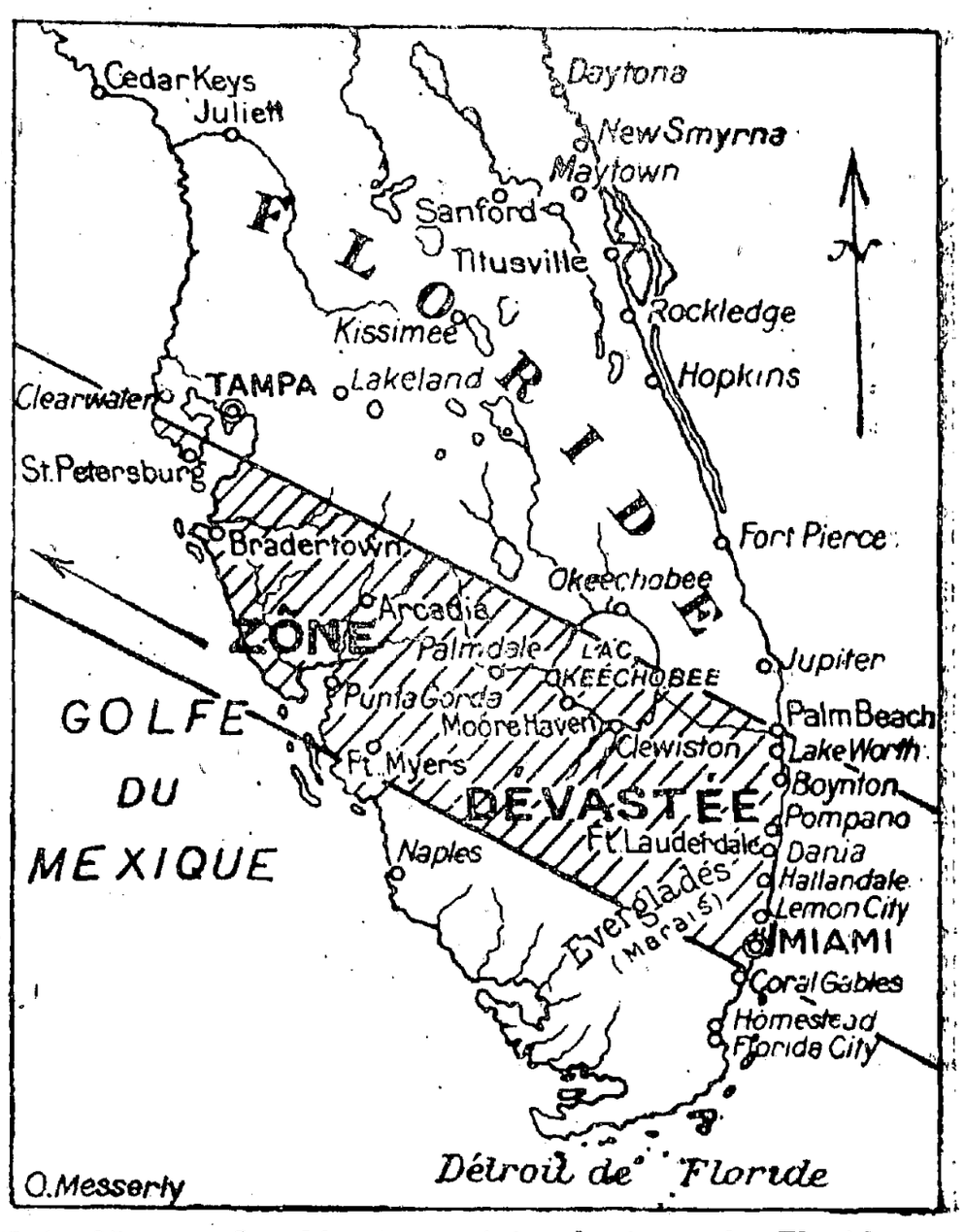


Fig. 357. — Le désastre météorologique de Floride en septembre 1926.

sénateur italien. Jointe au mémoire de M. Montandon, une circulaire, adressée aux « corps savants du monde entier », spécifiait que la confection d'une carte mondiale de répartition géographique des calamités est une œuvre de longue haleine qui ne saurait être menée à bonne fin sans la collaboration de nombreux spécialistes disposant des moyens d'investigation nécessaires. « Il s'agit, en effet, de recher-

(1) R. MONTANDON : A propos du projet Ciraolo. Une carte mondiale de distribution géographique des calamités. *Rev. Intern. de la Croix Rouge*, 5e année, n° 52, avril 1923.

cher pour chaque région du globe, les traces d'événements plus ou moins lointains et d'ordre très divers, d'en fixer le retour accidentel ou périodique, d'en déterminer l'amplitude et l'intensité, de les localiser enfin sur la mappemonde. Chaque calamité envisagée devra donner lieu à une vaste enquête, qui portera aussi bien sur les calamités passées que sur les calamités présentes ou futures ».

Cette circulaire reçut un accueil favorable dans la plupart des pays et, peu de mois après, le 15 février 1924, M. Montandon prenait la direction d'un nouveau périodique scientifique (*Matériaux pour l'étude des Calamités*) dont le titre seul est un vaste programme et qui fut patronné par la Société de Géographie de Genève, le Comité International de la Croix-Rouge et la Ligue des Sociétés de la Croix-Rouge.

C'est ainsi que bien avant la constitution de l'Union Internationale de Secours, grâce à l'activité d'un homme de dévouement, une véritable collaboration internationale fut instituée afin de centraliser et de coordonner tout ce qui concerne les calamités les plus variées.

Le travail cartographique fut le premier envisagé et nous avons maintenant toute une documentation fort utile sur la répartition géographique des cyclones des tropiques, des icebergs, des tremblements de terre, des raz de marée, de la lèpre, de la fièvre jaune, des sauterelles, etc...

Ce n'est pas tout. Il faut, en outre, pouvoir mettre à la disposition des organisations de secours non seulement une nomenclature de faits sériés dans le temps et localisés sur la mappemonde, mais encore les éléments de prévision, les moyens de lutte et de défense qui leur permettront de prendre les mesures les plus aptes à limiter le nombre des victimes et des dommages matériels provoqués par tel ou tel phénomène désastreux et d'en éviter même, si possible, le retour. « Pour cela, nous estimons, dit M. Montandon, que chaque calamité envisagée : tremblements de terre, éruptions volcaniques, éboulements, raz de marée, cyclones, inondations, sécheresses, invasions de sauterelles, incendies, famines, épidémies, etc... devra donner lieu à une étude portant sur les points suivants : *a*) distribution dans le temps ; *b*) distribution dans l'espace ; *c*) périodicité ; *d*) causes ; *e*) prévision ; *f*) moyens de lutte et de défense.

De fait, depuis leur apparition, les *Matériaux pour l'étude des Calamités* renferment des mises au point qui ont été rédigées par des spécialistes et dont les conclusions seront particulièrement précieuses quand l'Union Internationale de Secours sera appelée à fonctionner. Ce nouvel organisme doit, en effet, avoir à sa disposition pour chaque calamité, une documentation aussi étendue que possible qui lui permettra d'aiguiller les recherches des savants vers les solutions par lesquelles on peut espérer diminuer la misère humaine. Une coordination des efforts est indispensable tant dans un pays donné que dans le monde.

Commissions nationales d'études des calamités.

M. Montandon, poursuivant sa pensée généreuse de présenter à l'Union Internationale de Secours, lors de son avènement réel, tout le travail préliminaire terminé, après avoir conçu les *Matériaux*, a pris l'initiative d'encourager la

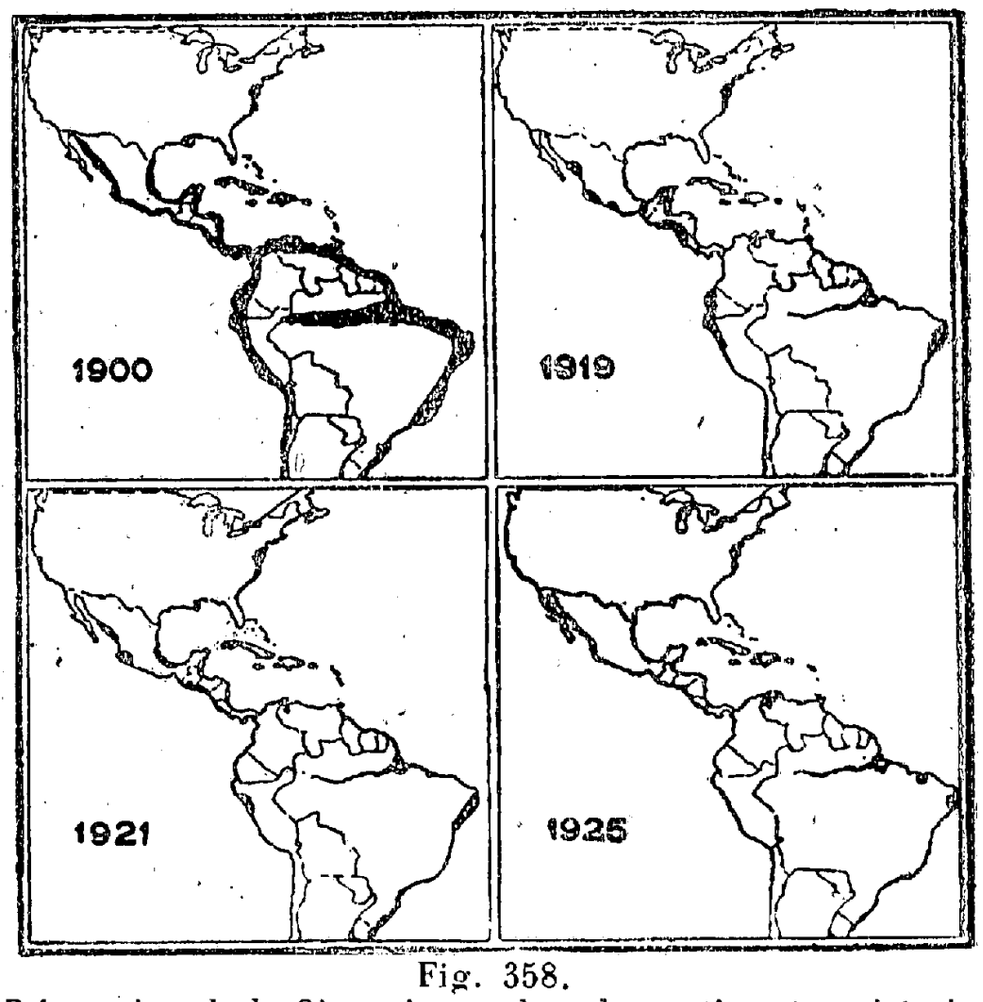


Fig. 358.
Régression de la fièvre jaune dans le continent américain

création, dans chaque pays, d'une « Commission scientifique d'études des Calamités ».

L'Autriche, la Belgique, le Chili, la France, la Hongrie, l'Italie et la Suisse ont déjà leur commission nationale et notre pays fut le premier à donner un caractère officiel à cette assemblée (1) (Arrêté du 5 mai 1928 du Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts). Toutes les recherches qui ont trait aux Calamités sont ainsi centralisées. Au cours des premières réunions, on précisa des directives géné-

(1) Composition actuelle de la Commission française : Cavalier, président d'honneur; Général Chapel, président : phénomènes d'ordre météorologique; MM. Allix : neige et avanlanches; Leyritz : accidents des mines; Mougin : érosion torrentielle et glaciaire, forêts; Pardé, inondations; Rabot : accidents dûs aux glaciers; Rothé : phénomènes sismiques et géophysiques; Roubaud : maladies épidémiques de l'homme et des animaux domestiques; Tilho : phénomènes désertiques, sécheresse, famine; Vallaux : calamités d'ordre maritime; Vayssière, secrétaire, sauterelles et d'une façon générale : les parasites et autres ennemis des cultures.

rales pour faciliter et coordonner les travaux à effectuer. L'Union Internationale de Secours sera qualifiée lorsque les « Commissions nationales d'études seront en pleine activité, pour provoquer une réunion de leurs membres, afin de permettre, entre les spécialistes qualifiés, l'étude, sous ses divers aspects tant scientifiques que pratiques, de chaque calamité ».

Il est fort vraisemblable qu'alors dans beaucoup de cas, grâce à une plus exacte connaissance des phénomènes, des mesures préventives suffiront pour protéger les populations contre les calamités. Mais cela ne sera possible qu'à la suite d'études scientifiques menées en collaboration par différents Etats ou organisations techniques nationales ou internationales.

Coordination de l'effort scientifique dans la lutte contre les calamités.

Cette idée de coopération a déjà porté ses fruits dans certains domaines. L. Gain (1) a montré récemment les résultats qui sont obtenus par le Service de prédiction des houles au Maroc, grâce à l'action combinée des services scientifiques et maritimes de la France, du Maroc, du Portugal, des Açores et de Madère (fig. 356).

C. Vallaux (2) rappelle également le rôle important joué par la croisière internationale des glaces (International Ice Observation and Ice Patrol) : à la suite de la catastrophe du *Titanic* (14 avril 1912), quatorze nations maritimes signèrent un accord créant une croisière permanente qui était confiée aux Etats-Unis, à charge pour les autres nations de payer une part des frais proportionnelle à leur trafic maritime. La croisière a lieu régulièrement tous les ans depuis 1913. Elle a été aussi utile aux progrès de la science pure qu'à la sécurité de la navigation.

Cet accord, inappréciable dans tous les cas où il existe, est reconnu nécessaire pour organiser la lutte préventive rationnelle contre toutes les calamités.

E. Roubaud (1) n'écrit-il pas au sujet de ce terrible fléau qu'est la fièvre jaune : « Il faut de plus que des accords internationaux assurent dans tout l'ensemble des régions directement soumises aux réveils périodiques de la grave affection, une surveillance efficace et sans lacunes. C'est par un effort coordonné, semblable à celui dont l'Amérique a fait preuve, que la Côte d'Afrique parviendra sans doute à se libérer prochainement des menaces que le typhus amaril fait encore trop lourdement peser sur son évolution économique et sociale » (fig. 358).

De mon côté, j'ai insisté à de très nombreuses reprises (2) sur la nécessité d'une entente internationale dans la lutte anti-acridienne. Je reconnais avec plaisir qu'un grand pas a été déjà fait dans ce sens et qu'une convention diplomatique a été signée le 31 octobre 1920 sur l'instigation de l'Institut International d'Agriculture de Rome. Toutefois, j'ai pu écrire que la Convention n'est pas parfaite et qu'une question prime toutes les autres : « la connaissance aussi complète que possible de la biologie des grands migrateurs. Il aurait été nécessaire d'y insister dans le document élaboré à Rome en 1920. Ainsi pour *Schistocerca gregaria* (3), les renseignements acquis sont tout à fait insuffisants pour être d'un secours quelconque dans une lutte de grande envergure ». Une mission doit être organisée dans l'unique but d'étudier

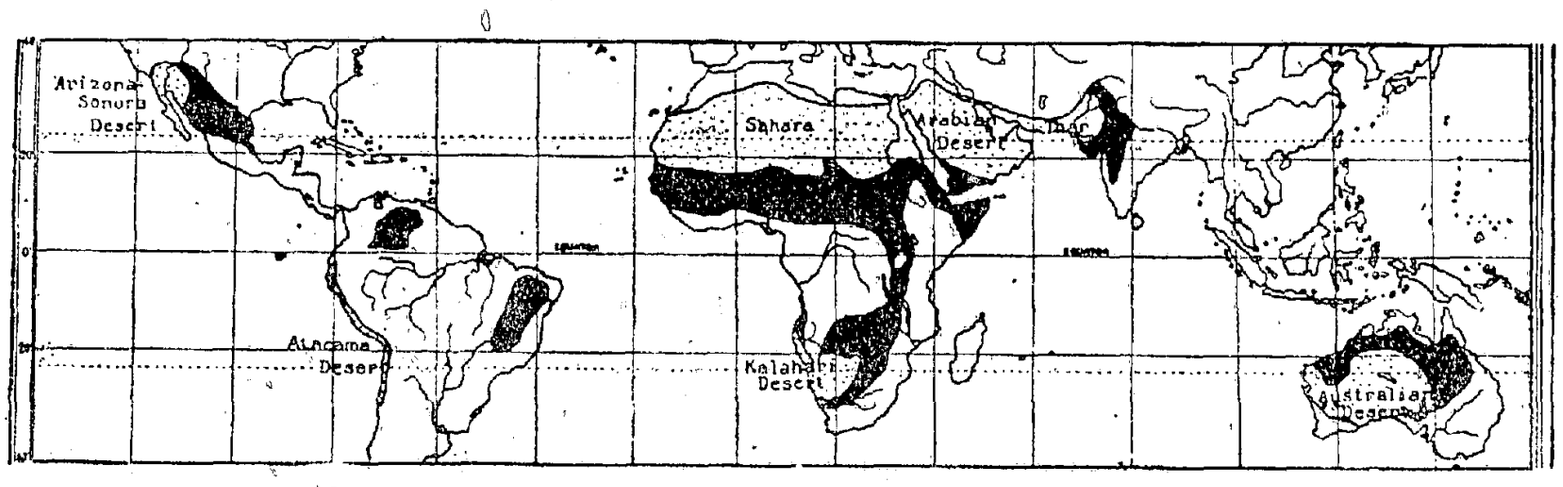


Fig. 355. — Déserts tropicaux et zones de famine des tropiques.

(1) L. Gain : la prédiction des houles sur la côte atlantique du Maroc. *Mat. p. l'ét. des Calamités*, n° 13, 1927.

(2) C. Vallaux : Le danger des icebergs sur les routes maritimes de l'Atlantique nord. *Mat. p. l'ét. des Calamités*, n° 8, 1926.

(1) E. Roubaud. La fièvre jaune dans le monde et les méthodes modernes d'action contre ce fléau. *Mat. p. l'ét. des Calamités*, n° 13, 197.

(2) P. Vayssière. Le problème acridien et sa solution internationale. *Mat. p. l'ét. des Calamités*, n° 12, 1924.

Le problème acridien. *Mat. p. l'ét. des Calamités*, n°s 4, 5, 6, 8, 10 et 14, 1924 à 1927.

(3) C'est le criquet pèlerin, c'est-à-dire l'espèce qui à la fin de 1927 a été signalée au Sud de l'Egypte, de la Tunisie, de l'Algérie et du Maroc et qui menace par suite de l'imprévoyance de tous les intéressés, d'être un véritable fléau pour toute l'Afrique du Nord pendant plusieurs années.

la biologie de l'insecte. Cette mission ayant à évoluer dans des régions en général très éloignées des contrées ravagées, il faut lui fournir tous les moyens matériels pour mener à bien

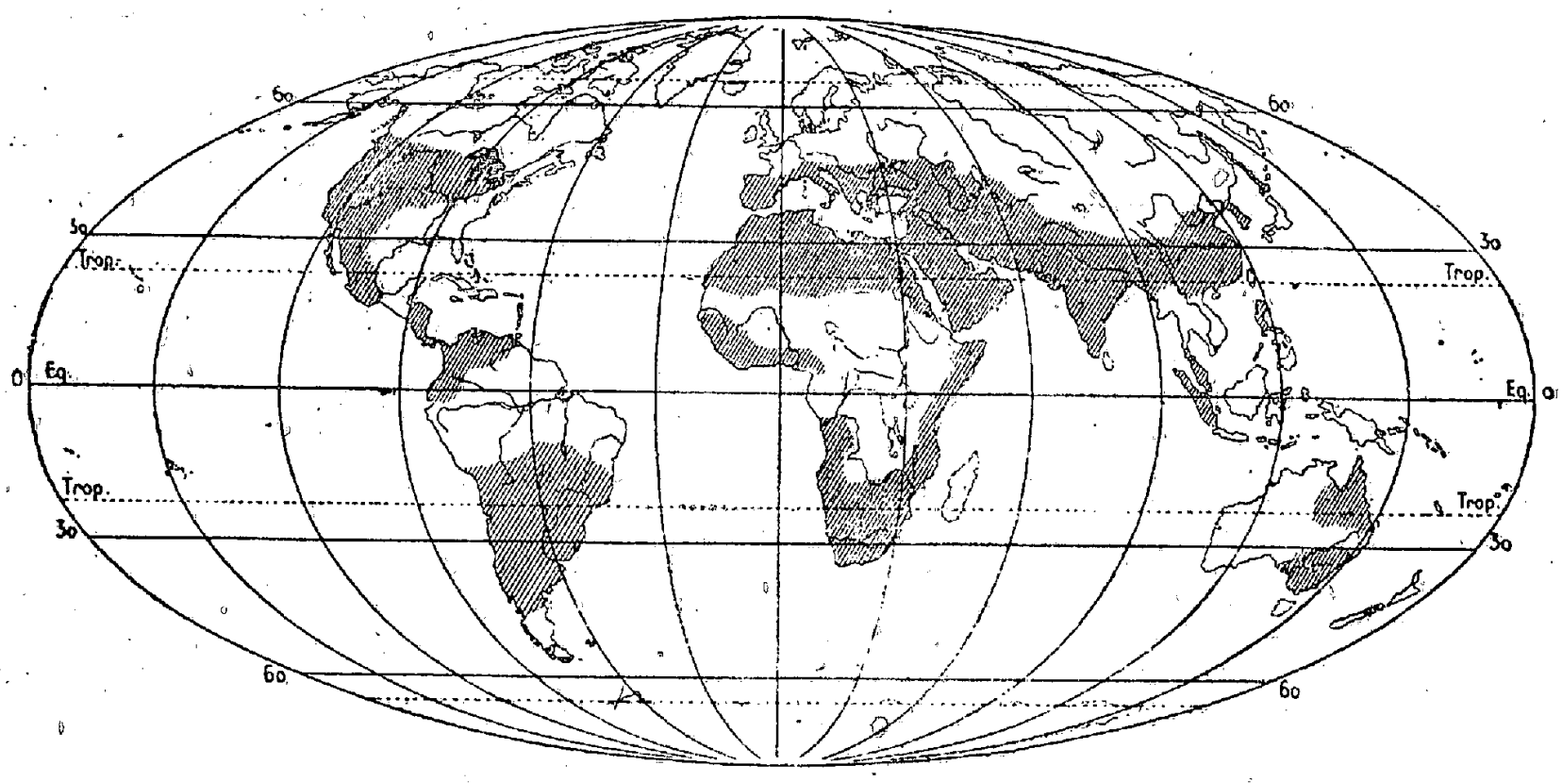


Fig. 360. — Planisphère dont les zones teintées indiquent les régions les plus fortement envahies par les sauterelles et montrent aussi que tous les continents sont intéressés à la question acridienne.

ses recherches. Il faut évidemment pour cela prévoir un budget commun, constitué par tous les intéressés (1).

L'Institut International d'Agriculture m'a toujours paru devoir être chargé d'organiser cette union, non seulement diplomatique, mais également scientifique et pratique.

Le Comité de Rédaction des *Matériaux* a complètement admis mon point de vue et intervint à deux reprises différentes auprès du Président de l'Institut International d'Agriculture. D'abord, il adressa en novembre 1924 un vœu demandant « de mettre officiellement à l'ordre du jour de la prochaine conférence phytopathologique internationale la question acridienne sur les côtés biologique et financier du problème ». Puis, en janvier dernier, il fit sien un vœu émis par la Commission française sur le même sujet, mais concernant plus particulièrement le Criquet pélerin (1). L'Institut Interna-

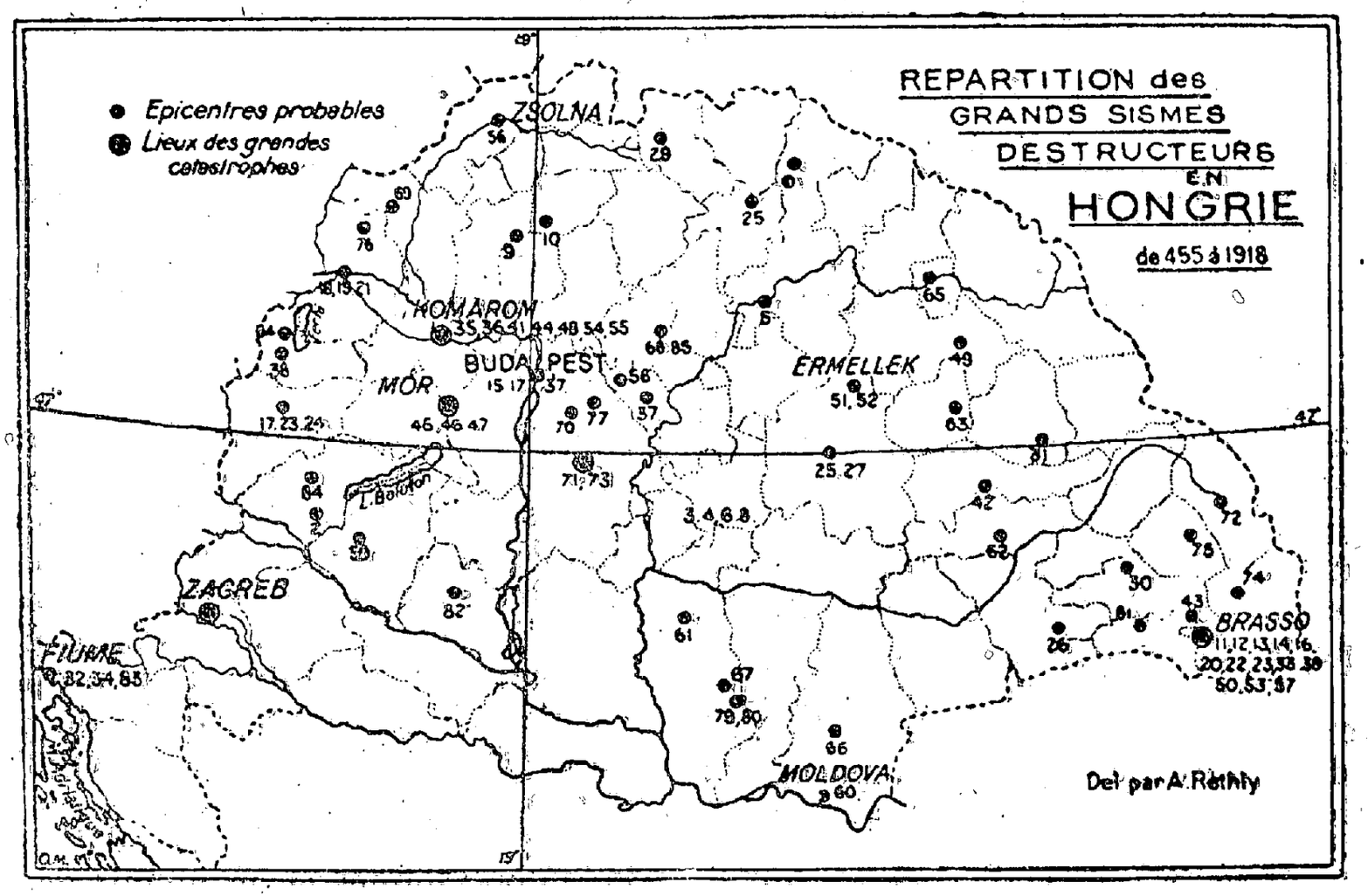


Fig. 361. — Répartition des grands séismes en Hongrie de 455 à 1918.

(1) P. VAYSSIÈRE. Le problème acridien et sa solution internationale, 1924.

(1) Voir P. VAYSSIÈRE : Le problème acridien. *Matériaux pour l'étude des Calamités*, n° 17, p. 59, 1928.

tional d'Agriculture en accusant réception de ce document, avise qu'il met à l'étude les possibilités d'exécution. Il ne faut pas oublier d'ailleurs que si la grande institution de Rome prend en mains l'organisation des recherches biologiques sur les Acridiens, il aura l'appui de l'Union Internationale de Secours, conformément à l'article 2 cité plus haut, qui prévoit l'encouragement aux études et aux mesures préventives. Les *Matériaux pour l'étude des Calamités* lui apporteront l'ensemble des recherches scientifiques effectuées dans le monde entier (1).

J'insiste plus particulièrement aujourd'hui sur cette question des Sauterelles, car, au moment ou ces lignes paraissent, notre grand domaine nord-africain, récemment si éprouvé par une calamité terrible, les inondations, se trouve envahi par les hordes acridiennes (2). Or, il n'y a aucun doute, une corrélation paraît exister entre ces deux calamités successives et, dès octobre 1927, au plus tard, nous aurions dû voir une mission scientifique entreprendre dans la région tropicale,sous les directives de Rome,par l'intermédiaire du centre anti-acridien d'Alger, une étude et une surveillance des Acridiens ; ce qui aurait produit certainement les meilleurs effets à tous points de vue.

(1) La Conférence nord-africaine lors de sa dernière réunion a admis le principe de la mission d'étude du Criquet pèlerin.

(2) Cet article a été écrit en janvier 1928.

Conclusion.

La fondation de l'Union Internationale de Secours marque l'aube d'une ère nouvelle, meilleure, pour l'humanité si on n'oublie pas le rôle important que doit jouer les recherches scientifiques dans la protection contre les calamités.

N'a-t-on pas dit que toute catastrophe laisse des enseignements qui doivent servir tout d'abord à mieux pénétrer la nature du mal (distribution, retour périodique, prévision, etc...), puis à mieux organiser les moyens et méthodes de secours.

Eh bien ! l'Union Internationale de Secours doit pouvoir compter sur tous les concours pour réunir ces deux ordres de documents. Une action commune de la Section de Secours de la Croix-Rouge et de la Direction des *Matériaux* est déjà envisagée. Il est souhaitable que tous les organismes plus ou moins spécialisés nationaux ou internationaux, scientifiques, administratifs, exécutifs, considèrent comme un devoir de collaborer étroitement d'une façon directe ou indirecte avec l'Union Internationale de Secours (1).

(1) Toutes les figures qui illustrent cet article sont extraites des *Matériaux pour l'étude des Calamités*.

LA RÉSISTANCE DE L'EAU ET LES CARÈNES

par **M. BARRILLON** (1)
Ingénieur en Chef de la Marine

Définition de la carène. Importance de la puissance propulsive.

Rappelons que l'on appelle carène la surface séparant un navire du milieu extérieur liquide qui le supporte. Cette surface matérielle se distingue par sa forme et par sa nature physique.

Ici, la forme de la surface est astreinte à un assez grand nombre de conditions, parmi lesquelles celles d'offrir une faible résistance à la marche et de permettre un fonctionnement économique des propulseurs, ces deux conditions particulières étant nécessaires pour réaliser une vitesse imposée avec une puissance propulsive aussi réduite que possible.

Pratiquement, cette puissance propulsive dépend principalement de la forme de la carène, et la carène est le facteur ayant l'influence décisive sur la qualité d'un navire, cette influence se faisant sentir à la fois sur l'économie d'ensemble du projet et sur le bilan des dépenses entraînées par le navire en service. Pour illustrer l'influence de la puissance propulsive sur l'économie d'ensemble d'un projet. Nous pouvons considérer la répartition du poids total (ou du déplacement) entre les différents articles qui le composent.

Le premier exemple est relatif à un cuirassé de 25.000 tonnes et 20 nœuds de vitesse, c'est-à-dire un type de navire de guerre tout à fait lent ; le second est relatif à un paquebot de 60.000 tonnes permettant la traversée de l'Atlantique en quatre jours, c'est-à-dire un navire de commerce plus rapide que ceux actuellement en service (fig. 362 et 363). Les secteurs ombrés indiquent le pourcentage du déplacement qui peut être consacré à la vraie destination du navire, dans un cas 18 o/o consacrés à l'offensive,

(1) Conférence faite le 2 mai 1928 au Conservatoire des Arts et Métiers.

dans l'autre 11 o/o consacrés au chargement. Il est clair qu'il y a intérêt à augmenter ces pourcentages, mais que le principe d'Archimède ne nous permet de majorer les poids ombrés que par la diminution des poids non ombrés.

Or, sur ces poids non ombrés, le seul sur lequel nous puissions faire des économies réelles sans changer les qualités du navire, est le poids consacré à la vitesse. Ce poids est, à programme égal, proportionnel à la puissance propulsive, et nous voyons que, pour le cuirassé, un gain de un dixième sur la puissance propulsive permettra d'augmenter la puissance offensive dans le rapport $\frac{18 + 1,3}{18}$ soit un gain de 6 o/o, que, pour le paquebot, un gain de un dixième sur la puissance propulsive permettra d'augmenter le chargement dans le rapport $\frac{11 + 3,4}{11}$ soit un gain de 30 o/o.

Une comparaison analogue pourrait être faite sur les volumes disponibles. On voit que l'influence de la puissance propulsive est très différente suivant le type de navire.

Pour illustrer l'influence de la puissance propulsive sur l'économie d'exploitation d'un navire, considérons la répartition des dépenses relatives à une traversée d'un grand paquebot à travers l'Atlantique (fig. 368).

On voit en particulier qu'une diminution de 10 o/o sur la puissance propulsive entraînerait une augmentation de 50 o/o sur l'intérêt payé au capital, ou 30 o/o des salaires, toutes autres dépenses restant égales.

Ces exemples sont suffisants pour montrer dans quelle proportion doit intervenir la puissance propulsive lorsqu'on compare entre eux divers navires satisfaisant à un même programme et pour faire sentir que l'on ne peut obtenir de bons bateaux que par la double condition de produire économiquement leur puissance propulsive et de ne pas gaspiller cette puissance par l'adoption d'une carène imparfaite.

La production économique de la puissance est un problème intérieur au navire et dont nous ne pouvons nous occuper dans une conférence consacrée uniquement à la carène. Le gaspillage de la puissance est, au contraire, intimement lié à la forme de la carène, et nous verrons que nous ne pouvons réduire ce gaspillage que par une détermination judicieuse de la forme de cette carène.

Où passe l'énergie dépensée dans la propulsion.

Pour nous orienter dans cette question, il faut d'abord savoir comment est dissipée l'énergie semée par le navire à la surface des mers. Le problème est en somme celui de l'explication de la résistance à la marche. Pourquoi faut-il dépenser de l'énergie pour maintenir un navire en route ?

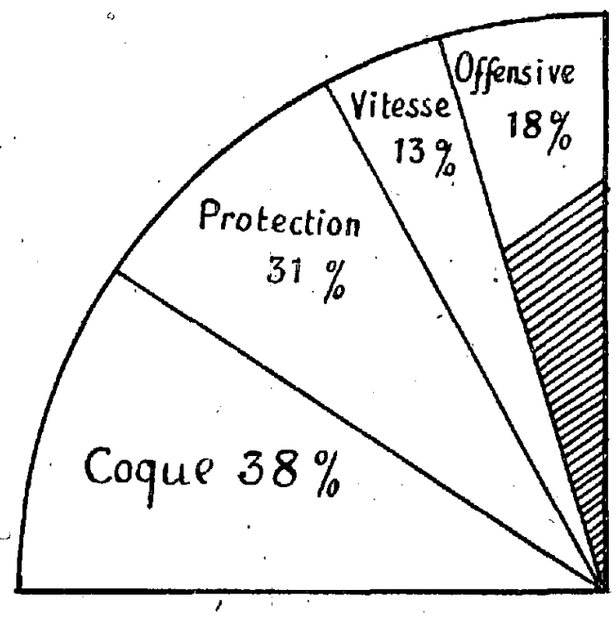


Fig. 362.— Répartition des poids sur un cuirassé.

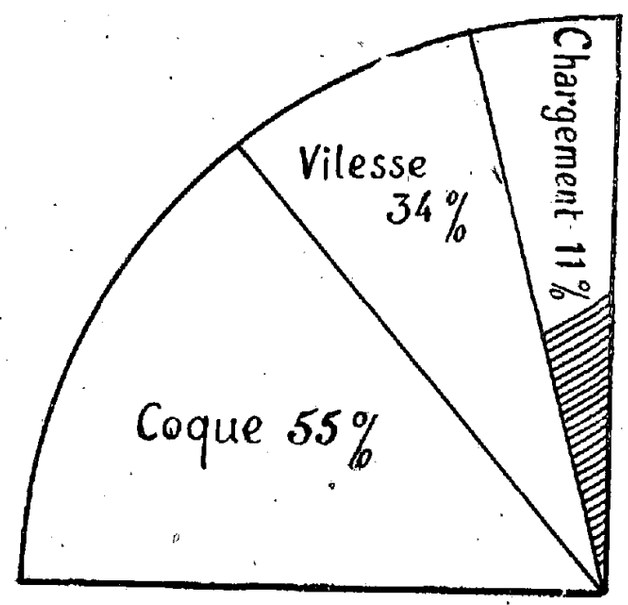


Fig. 363. — Répartition des poids sur un paquebot.

On comprend immédiatement que, pour chercher à diminuer la résistance à la marche, nous devons d'abord nous rendre compte exactement des causes de cette résistance et que, pour agir sur cette résistance, il faut d'abord connaître son mécanisme, on ne peut en effet commander à la nature qu'en obéissant à ses lois.

Jetons donc un coup d'œil d'ensemble sur les divers éléments de cette résistance en nous plaçant dans le cas le plus simple d'un navire remorqué. Nous reconnaissons facilement qu'il y a dépense d'énergie par frottement, par formation de vagues et par formation de remous. L'énergie dépensée en frottement est transformée en chaleur, l'énergie dépensée en formation de vagues s'éloigne progressivement du navire, pour finalement se transformer aussi en chaleur dans la masse du liquide, les remous, enfin, quittant le navire, se transforment aussi petit

à petit en chaleur, et, au total, toute l'énergie dépensée se retrouve dans un échauffement de l'océan.

Il peut *a priori* paraître surprenant que d'aussi grandes puissances que celles mises en jeu sur les navires se dissipent en chaleur, par le seul intermédiaire des mouvements de l'eau. On se rendra compte que cela n'a rien d'impossible en comparant ce mécanisme d'échange à ce qui se passe dans une chute d'eau capable de fournir des millions de chevaux et se trouver dépensée dans un simple déversoir.

Pour les navires rapides ou moyennement rapides, la part de résistance due aux remous directement formés, est négligeable, nous ne nous en occuperons donc plus et considérerons la résistance totale comme due au frottement et à la formation de vagues. La proportion de chacun de ces éléments dans le total, est assez variable, suivant le type de navire et suivant l'état de salissure de la carène.

Je donne deux exemples relatifs, l'un à un croiseur rapide de 10.000 tonnes à 35 nœuds, l'autre à un cargo à 10 nœuds, chacun dans deux cas, d'abord pour le navire, aussitôt après carénage, ensuite pour le navire, un an après son carénage (fig. 364-365-366-367).

On remarque sur ces diagrammes une part de résistance dont nous n'avons pas encore parlé, c'est la résistance due aux appendices de la carène, supports d'arbres, quilles de roulis, gouvernails. Les appendices donnent lieu à une résistance de frottement et aussi à une résistance par formation de remous, lorsqu'ils ne sont pas convenablement orientés sur la carène.

Le frottement.

Revenant à la résistance de frottement, voyons comment on peut agir sur elle. La première idée est de diminuer la rugosité de la carène par l'emploi d'enduits aussi lisses que possible. Dans cette voie, on est rapidement limité. La théorie et l'expérience montrent, en effet, qu'à partir d'un certain degré de poli, le frottement se produit en réalité, non pas entre l'eau et l'enduit, mais entre l'eau extérieure et une couche d'eau adhérant à la carène, que c'est par suite, en tout cas, un frottement eau sur eau, ce qui explique que des enduits en apparence très différents comme rugosité, donne lieu à des frottements de carène presque identiques, lorsque ces enduits ne sont pas encore salis par un séjour prolongé dans l'eau. Même en tenant compte du fait que les phénomènes de frottement de carène ne sont pas directement assimilables aux phénomènes étudiés par la théorie de la viscosité, il y a peu d'espoir de gagner sur le coefficient de frottement pour les carènes propres. Par contre, l'étude de l'augmentation du frottement, avec le vieillissement, ne semble pas avoir suffisamment retenu l'attention et n'être pas encore entrée dans la voie d'une étude assez méthodique.

La diminution de la résistance de frottement pour les carènes fraîchement peintes a été recherchée dans plusieurs voies. Cette résistance dépendant à la fois de la vitesse, de la nature de la surface et de son étendue, ou, comme disent les ingénieurs, de la vitesse V, du coefficient de frottement K et de la surface mouillée Σ.

Pour préciser la façon dont interviennent ces trois éléments, ils écrivent à peu près :

Résistance de frottement $= K. \Sigma. V^2$.

On a donc cherché à agir sur le coefficient K, sur la surface mouillée Σ et sur V.

La diminution du coefficient de frottement par les enduits semble avoir atteint sa limite ; on a proposé et on propose encore de temps en temps d'éviter le frottement liquide sur solide en faisant naviguer le navire dans une gaine formée d'une émulsion d'eau et d'air. Pour produire cette émulsion, on comprime de l'air et fait dégager cet air par un très grand nombre de petits orifices percés dans la carène. Le procédé a même été employé sur un navire réel, mais sans donner aucun résultat encourageant ; les bulles d'air, quoique très petites au moment de leur formation, ont en effet la fâcheuse tendance de se réunir et de former des amas isolés. Il ne semble donc y avoir aucun espoir de diminuer le coefficient de frottement.

La diminution de surface mouillée a été recherchée dans l'emploi de formes de carène, donnant à volume égal une surface aussi faible que possible. En général, on perd ainsi en résistance de formation de vagues ce que l'on gagne en résistance de frottement, et cette méthode ne donne de résultats encourageants que dans les types de navires pour lesquels la résistance de frottement est le terme principal.

Un autre genre de proposition, tendant à la réduction de la surface mouillée, est de faire flotter le navire sur un matelas d'air (fig. 369).

Il est clair que l'on peut ainsi diminuer considérablement la surface mouillée et que, si l'eau voulait bien rester à la position que les inventeurs lui imposent sur leurs plans, le système vaudrait la peine d'être discuté. Malheureusement, la surface libre du matelas est essentiellement une surface déformable, et ses mouvements donneraient lieu à des vagues absorbant une résistance plus grande que la résistance de frottement économisée.

Quoique cette invention revienne fréquemment sous des formes diverses, aucun constructeur jusqu'ici ne s'est laissé séduire par l'idée et nous ne connaissons aucune réalisation de ce procédé.

Toujours dans l'idée de diminuer le frotte-

ment, on a proposé et même réalisé un navire dans lequel on cherchait à réduire le frottement en agissant sur la vitesse relative de l'eau et de la carène ; c'est le cas du bateau rouleur dans lequel la coque emménagée est complètement hors de l'eau et portée par de grands flotteurs lenticulaires. De tels appareils peuvent être classés parmi les flotteurs, mais il ne se trouvera aucun constructeur, ni aucun marin qui les classe parmi les navires.

Malgré la grande ingéniosité dépensée par les chercheurs, nous avons donc au total bien peu d'espoir de pouvoir obtenir une diminution de la résistance de frottement des carènes propres.

La résistance de production de vagues.

Examinons donc le second terme de la résistance ou la résistance de formation de vagues. Rappelons d'abord comment on cherche à déterminer cette résistance. Nous pouvons par expérience déterminer la résistance de corps ne faisant pas de vagues, par exemple des planches très minces, et en déduire par suite quelle est la résistance de frottement pour chaque vitesse pour chaque surface mouillée et pour toute valeur du rapport de la longueur à la largeur. En présence d'un flotteur offrant à la marche une certaine résistance, nous ne pouvons observer que la résistance d'ensemble, c'est-à-dire la somme d'une résistance de frottement et d'une résistance de vagues. Mais si nous savons calculer la résistance de frottement en nous servant des expériences dont il vient d'être question, nous obtiendrons un résidu qui sera la résistance de vagues.

De nombreuses expériences ont été faites en suivant ce programme et ont donné un résultat auquel on ne s'attendrait pas *a priori*, mais qui, par la suite, a reçu une explication théorique satisfaisante. Ce résultat est le suivant :

Considérons une série de navires ayant une même forme de section milieu, même forme d'avant et d'arrière, mais présentant dans leur milieu une partie cylindrique plus ou moins développée. Si l'on fait croître progressivement cette partie cylindrique depuis zéro, on constate que, pour une même vitesse de route, la résistance de formation de vagues ne varie pas toujours dans le même sens, mais présente alternativement des maxima et des minima. Il y a donc des longueurs favorables et des longueurs défavorables.

Avant l'exécution de ces expériences, on admettait qu'en amplifiant proportionnellement toutes les dimensions d'une bonne carène, on obtenait encore une bonne carène.

A l'heure actuelle, nous savons qu'il n'en est rien et qu'en face de chaque problème nouveau, il faut déterminer une nouvelle forme de carène.

Sur quels éléments pouvons-nous nous appuyer dans une telle détermination ? Trois méthodes sont utilisables.

La théorie pure, l'empirisme et l'expérimentation sur modèles. Je ne parlerai que de la dernière qui est la seule qui donne des résultats suffisants.

Dans cette méthode, on réalise un modèle réduit du navire et mesure l'effort nécessaire pour remorquer ce modèle à différentes vitesses. Par application de règles simples, dites règles de similitude mécanique, on déduit du résultat de l'expérience la résistance à la marche du navire réel.

Pour faire le calcul de passage du modèle au réel, on sépare la résistance totale de chacun d'eux en résistance de frottement et résistance de vagues que l'on traite comme si elles étaient indépendantes.

On a souvent fait à cette méthode une objection de principe qui est la suivante : les forces de frottement ne suivent pas les mêmes lois de similitude que les forces donnant lieu à la ré-

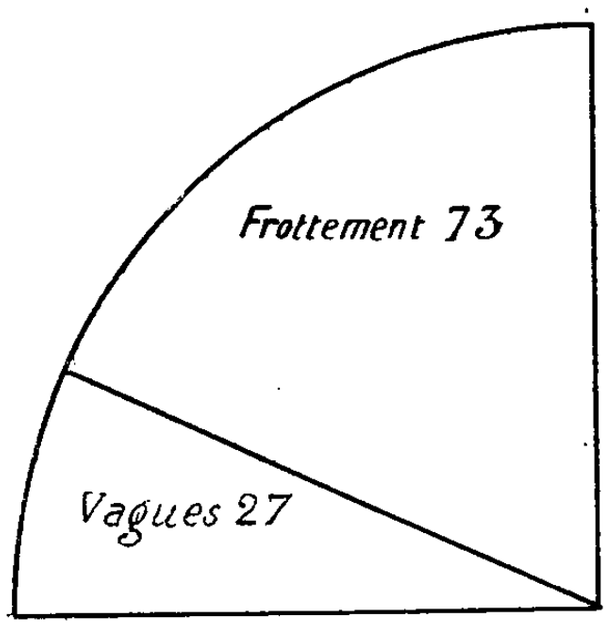


Fig. 364. — Répartition des résistances à la marche sur un cargo venant d'être caréné. Le pourcentage dû aux vagues et remous est 27.

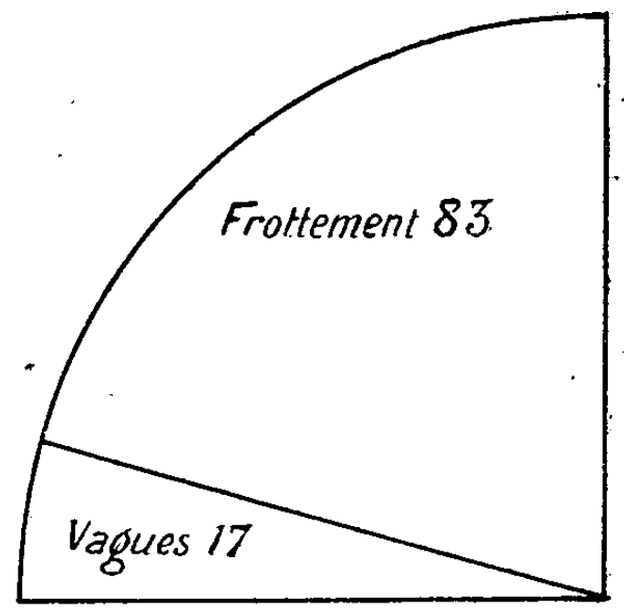


Fig. 365. — Répartition des résistances à la marche sur un cargo, un an après carénage. Le pourcentage dû aux vagues et remous est 17.

sistance de vagues et, par suite, il n'est pas correct de parler d'une séparation des deux genres de résistance. Cette objection n'est plus acceptable depuis que l'on sait calculer par l'hydrodynamique seule la résistance de formation de vagues, au moins dans des cas particuliers. Le rapprochement du calcul théorique avec l'expérience montre, en effet, que la résistance de vagues calculée théoriquement n'est qu'une partie de la résistance observée et que le résidu est précisément la résistance de frottement déduite des expériences sur planches.

Ces calculs de résistance de vagues par la théorie seule sont malheureusement fort longs et ne s'appliquent pas jusqu'ici à des formes de carènes quelconques. Le praticien est donc obligé de faire l'étude de la carène qu'il projette en employant la méthode des modèles.

En général, cette étude est faite sur une série de formes de carènes satisfaisant à un même programme. Supposons que le programme impose un déplacement et une stabilité, éléments définis tous deux par leurs valeurs numériques, les diverses solutions pourront être classées par leur longueur. On constate alors que, pour des longueurs croissantes, la résistance de frottement va en croissant, la résistance de vagues en diminuant et que le total passe par un minimum pour une certaine valeur A de la longueur. En fixant la longueur de carène à la valeur A correspondant au minimum, on obtiendra la carène nécessitant la moindre puissance propulsive pour satisfaire aux conditions de vitesse du programme. Mais choisir cette valeur A comme longueur du navire à construire serait, en général, commettre une grossière erreur. En effet, par ce choix, on obtient bien la puissance propulsive minimum, mais on n'obtient pas le navire ayant le plus grand disponible, pour l'offensive, s'il s'agit d'un navire de guerre, ou la plus grande capacité de transport, s'il s'agit d'un navire de commerce.

La raison en est dans le fait qu'en augmentant la longueur ou augmente le poids de construction, et les surfaces à blinder, que par suite le minimum du total : poids de construction et poids consacré à la vitesse (pour un navire de commerce) ou du total : construction, protection, vitessse (pour un navire de guerre) est réalisé pour une valeur de la longueur toujours inférieure à A et pouvant en différer énormément.

La détermination de la longueur favorable d'un projet fait donc intervenir à la fois des conditions multiples, ce qui nous empêche d'insister ici, sur ce point très important.

Malgré la multiplicité des programmes à satisfaire et la multiplicité des formes déjà expérimentées sur modèles, on constate que les ingénieurs sont toujours conduits à des formes qui, pour un œil non exercé, présentent entre elles une grande parenté ; en d'autres termes, il n'apparaît pas que les bonnes carènes, déterminées par essais de modèles, soient des carènes de formes très spéciales.

De nombreux inventeurs ont cependant proposé des formes plus ou moins nouvelles en essayant de les justifier par des considérations plus ou moins théoriques. Parmi ces propositions, je n'en citerai que deux, parce que sous des aspects variés, elles reviennent le plus fréquemment dans les dossiers d'inventeurs.

La première idée est de copier les formes de poissons ou d'animaux marins. Malheureuse- il suffit de parcourir une galerie d'histoire naturelle pour y trouver toutes les formes possibles de poissons, et si même, on se limite aux poissons réputés bons marcheurs, on rencontre une telle variété de formes de carène, qu'il est impossible de faire un choix. L'imitation des poissons ne semble avoir jusqu'ici conduit à aucune amélioration des formes de carène, et les raisons que l'on peut donner de cet échec sont multiples : d'abord, le poisson navigue en plongée et ne fait, par suite, pas de vagues ; ensuite, le poisson est une carène déformable ; enfin, nous ignorons complètement quelles conditions étaient imposées par le programme qui a conduit à la forme de chaque poisson particulier.

L'imitation des créations naturelles, en ce qui concerne la forme poisson, ne semble donc pas pouvoir servir de guide pour la forme des navires. Par contre, il est surprenant que l'imitation de la nature physique de la surface du poisson n'ait pas été plus étudiée, alors que les inventeurs reviennent si souvent sur l'imitation de la forme de leur surface.

Dans un autre ordre d'idées, il est fréquemment proposé de diminuer la résistance de carène, en facilitant le déjaugeage. Voici ce que c'est que le déjaugeage.

Supposons un navire ayant un pont horizontal lorsqu'il est au repos. Mettons ce navire en marche, et augmentons progressivement sa vitesse, nous constatons qu'au-delà d'une certaine vitesse, le pont n'est plus horizontal, mais monte vers l'avant. On dit alors que le navire déjauge. Ce déjaugeage correspond d'ailleurs à une période d'augmentation relativement rapide de la résistance à la marche. Pour des formes géométriquement semblables, mais de longueur A différente, le déjaugeage se produit pour une même valeur $\frac{V}{\sqrt{A}}$, V étant la vitesse.

Le rapport $\frac{V}{\sqrt{A}}$ est ce que nous apppelons le degré de vitesse. Il doit être le même pour le navire et pour son modèle, si l'on veut déduire ce qui se passe sur l'un de ce qui se passe sur

l'autre. L'expression $\frac{V}{\sqrt{\Lambda}}$ montre que, plus le flotteur sera court, plus la vitesse à laquelle se produira le déjaugeage sera faible. Des flotteurs courts déjaugeront donc rapidement et on sait depuis longtemps que, poussant le déjaugeage à l'extrême, les hydroglisseurs permettent de réaliser de très grandes vitesses de route avec des puissances faibles.

Partant de ces constatations, de nombreux inventeurs ont proposé de provoquer le déjaugeage des navires en les munissant d'ailerons sustentateurs. Cette idée ne conduit à rien pour les véritables navires qui doivent être propulsés à des degrés de vitesse bien moindres que les hydroglisseurs. Elle ne deviendrait intéressante pour un torpilleur, que si la vitesse à réaliser dépassait une centaine de nœuds, objectif auquel nous ne pouvons prétendre dans les conditions actuelles de poids des coques et des appareils moteurs marins. Laissant donc de côté ces essais infructueux, revenons à la forme carène de navire :

En présence d'un programme donnant les conditions à satisfaire pour un bâtiment, le premier problème sera de déterminer la longueur favorable. Une fois cette longueur déterminée, nous devrons comparer les diverses formes de carène, satisfaisant également au programme et choisir celle donnant la moindre résistance à la marche. Le problème de la détermination d'une carène se posera alors pratiquement, sous la forme schématique suivante : volume et longueur donnés, inertie de flottaison donnée par une condition de stabilité indépendante du problème de la résistance. Le dessin d'une carène se trouvera donc, dès l'abord, assez étroitement limité et les améliorations ne pourront porter que sur de petites variations, ce qui explique pourquoi, pour un observateur superficiel, les formes de navires d'une même classe se ressemblent, et pourquoi les différences entre bonnes et mauvaises carènes ne sont pas, à l'heure actuelle, susceptibles d'être mises en évidence, par des études purement théoriques, celles-ci arrivant à représenter l'allure générale des phénomènes, mais ne permettant pas de les chiffrer avec l'exactitude nécessaire aux ingénieurs.

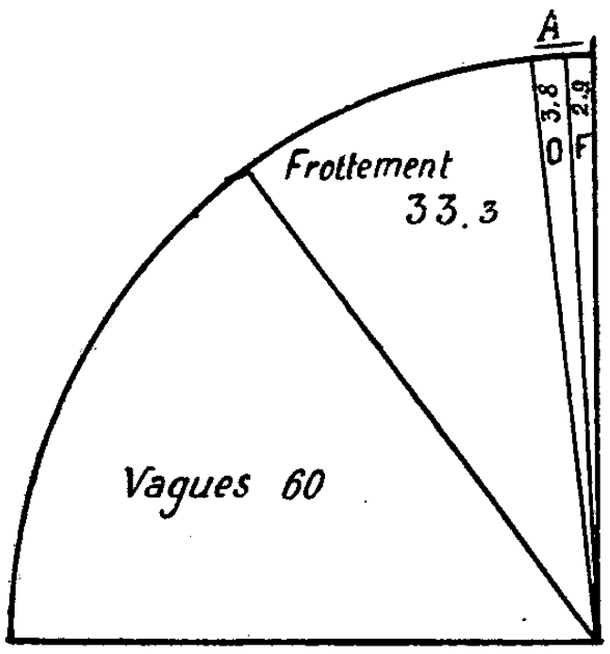


Fig. 366. — Répartition des résistances à la marche sur un croiseur, venant d'être caréné.

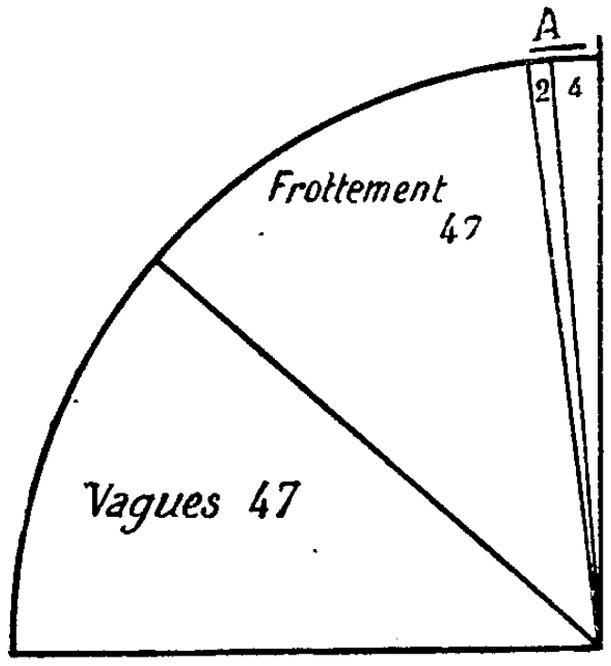


Fig. 367. — Répartition des résistances à la marche sur nn croiseur un an après carénage.

Les problèmes annexes.

Nous sommes ici limités par notre titre au problème de la carène considéré du seul point de vue de la résistance de l'eau.

Nous dirons cependant quelques mots sur les autres conditions auxquelles doit satisfaire une carène. Car il est indispensable de signaler qu'une carène parfaite, comme résistance à la marche, peut donner naissance à un très mauvais bateau.

Le bateau diffère en effet de la carène à plusieurs points de vue que nous nous bornerons à mentionner : possibilité d'aménagement, aptitude aux évolutions, tenue à la mer, bon accord avec les propulseurs, bonne conservation de la vitesse par mauvais temps. Cette seule énumération suffit à montrer que la détermination de la forme d'un navire, est un problème beaucoup plus complexe que celui que nous examinons ici.

Prédétermination des puissances propulsives.

A l'heure actuelle, les puissances propulsives se déterminent pour les navires en projet, uniquement d'après essais sur modèles. Il ne faudrait cependant pas croire que l'application brutale des règles de similitude mécanique, permette d'obtenir directement le résultat cherché. Bien au contraire, les mesures faites sur modèle ne sont qu'un des éléments du calcul, et le passage du modèle au réel nécessite l'introduction de corrections qui n'ont pas la pureté théorique des lois de similitude.

Les discussions relatives à ces lois de similitude sont donc, pour nous, sans intérêt pra-

tique, et le meilleur argument, pour justifier aux yeux de l'ingénieur l'emploi des essais de modèles, se trouvera dans les résultats obtenus, c'est-à-dire dans les rapprochements entre les prévisions basées sur essai de modèle et les résultats obtenus ensuite sur navire réel.

Sans entrer dans le détail de ces rapprochements, il est évident que la multiplication des bassins d'essais est la meilleure preuve de la validité de la méthode et de son intérêt financier, et ce qui est peut-être encore plus frappant, c'est que les pays ayant le plus grand nombre de bassins d'essais, ceux qui par suite ont le mieux pu apprécier l'utilité de ces organismes, les modernisent constamment, et lorsqu'ils en condamnent un, le remplacent par un autre encore mieux outillé.

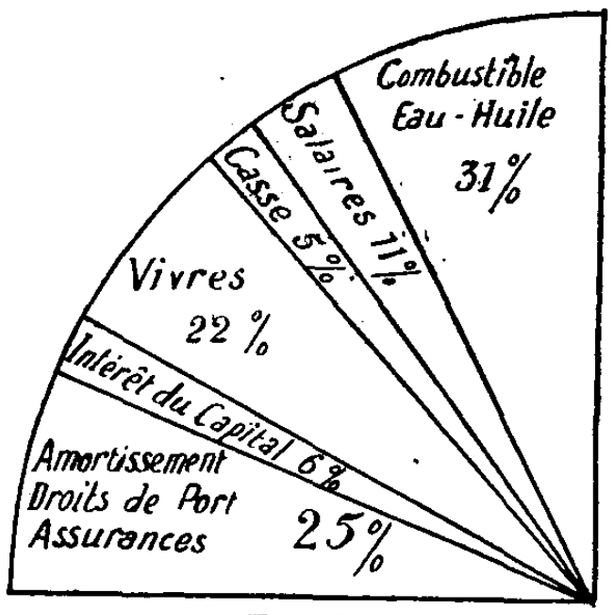


Fig. 368
Répartition des frais d'exploitation pour un paquebot

Laissant donc de côté les discussions relatives à la démonstration des lois de similitude mécanique, nous nous bornerons à montrer comment on peut facilement s'assurer que les cœfficients correcteurs sont nécessaires. Je considère un navire, à une seule hélice et un modèle autopropulseur, c'est-à-dire dans lequel les hélices sont représentées et actionnées par des moteurs portés par le modèle. Supposons que ce modèle représente un navire, pour lequel les essais à la mer sur réel ont été effectués. Nous savons donc que le navire se propulse à la vitesse V, lorsque le nombre de tours de ses hélices est N. Tout d'abord, si v, et n sont les vitesses et nombre de tours du modèle correspondant par similitude à V et N du réel, le modèle ne se propulse pas de lui-même à la vitesse v, lorsque ses hélices tourneront à n tours, parce que le frottement du modèle ne représente pas à l'échelle, le frottement du navire, ce frottement du modèle est trop grand, mais nous savons calculer une correction compensatrice V, tenant compte du frottement et des autres différences géométriques existant entre réel et modèle.

Si la similitude mécanique s'appliquait à tous les phénomènes autres que le frottement de carène, nous devrions constater que le dynamomètre indique précisément V, lorsque le modèle est tiré à la vitesse v, ses hélices tournant à n. Or, c'est le contraire que l'on constate. On peut en conclure que la similitude théorique ne s'applique pas, que des corrections autres que celle du frottement de carène sont nécessaires, et que ces corrections ne peuvent être déterminées que par les rapprochements entre essais de modèles et essais sur réel, c'est-à-dire par une série d'études à exécuter, non pas directement par le bassin d'essais, mais par le prolongement à la mer, de cet organisme, prolongement dont l'utilité est précisément démontrée par la nécessité de ces mises en parallèles.

Je signale seulement pour mémoire, comme application intéressante, les essais à la mer sur carène sale, le vieillissement de la carène étant choisi de façon telle que le modèle représente à l'échelle le frottement d'un carène sale.

Ordre de grandeur des quantités mentionnées.

Jusqu'ici, nous n'avons parlé que de rapports. Nous croyons intéressant de donner maintenant un coup d'œil d'ensemble sur les dimensions des carènes et sur les puissances propulsives qui leur sont nécessaires.

Le graphique de la fig. 370 représente les longueurs des plus grands navires à chaque époque, depuis l'introduction de la navigation à vapeur.

Comme ordre de grandeur des puissances actuellement développées sur les bâtiments les plus rapides, j'indiquerai seulement les 60 à 70.000 chevaux de *Lusitania*, et *Vaterland*, et les 125 à 150.000 chevaux que les ingénieurs n'hésitent plus à installer sur un croiseur. Il est clair qu'avec de tels consommateurs de combustible, une économie de 1 ou 2 o/o sur la puissance propulsive se traduit par des économies d'argent tellement considérables que, lorsqu'elles sont obtenues, elles récupèrent d'un seul coup tous les sacrifices consentis pour les organismes d'étude et de recherche, travaillant patiemment à gagner quelques grammes sur la résistance d'un modèle.

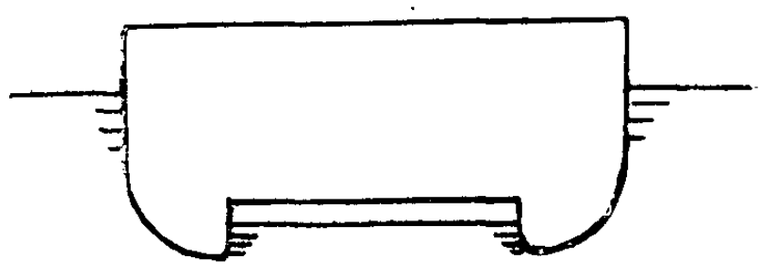


Fig. 369. — Une invention schématique.

La progressivité dans l'évolution des navires.

Si l'on examine les navires considérés comme les mieux réussis par ceux qui les utilisent, on

constate que les formes de leurs carènes n'ont jamais rien de bien surprenant. Lorsque, par ailleurs, on est amené journellement à retoucher des formes de carènes tracées par des constructeurs expérimentés, et s'écartant par suite peu de formes classiques, on constate qu'un gain de 10 o/o, portant sur la résistance de carène seule, est un cas tout à fait exceptionnel, mais que des gains de 2 à 5 o/o peuvent, en général, être obtenus par l'emploi des essais sur modèles convenablement interprétés ; un gain de 50 o/o est, par contre, chose absolument invraisemblable.

Pourtant, pour les inventeurs de nouvelles formes de carènes, l'annonce d'un gain de 50 o/o est une annonce très modeste, et cela seul est une preuve de connaissance insuffisante de la question à laquelle ils s'attaquent, ce qui est d'autant plus regrettable que beaucoup de leurs propositions démontrent des efforts considérables, guidés souvent par une réelle ingéniosité.

Enfin, un point sur lequel il est indispensable d'attirer l'attention, est la très progressive évolution de la construction navale, et la nécessité de cette progressivité, imposée, d'une part par la lenteur de l'évolution des besoins en matière de transports, et, d'autre part, par tous les à côté de la question. Il ne suffit pas, en effet, de dessiner un navire plus grand ou plus rapide que ses prédécesseurs, il faut aussi lui construire des cales, des bassins, des ports..., et lui assurer une clientèle. Un exemple typique à ce sujet est le *Great Eastern*, la ville flottante de Jules Verne, bâtiment deux fois plus grand que ses contemporains établis sur les plans du Français Brunel, celui-là même qui construisit le premier tunnel sous la Tamise.

Le *Great Eastern* est, sur notre tableau chronologique, le seul qui s'écarte de la ligne de progression régulière des dimensions. Il ne fut pas un succès commercial.

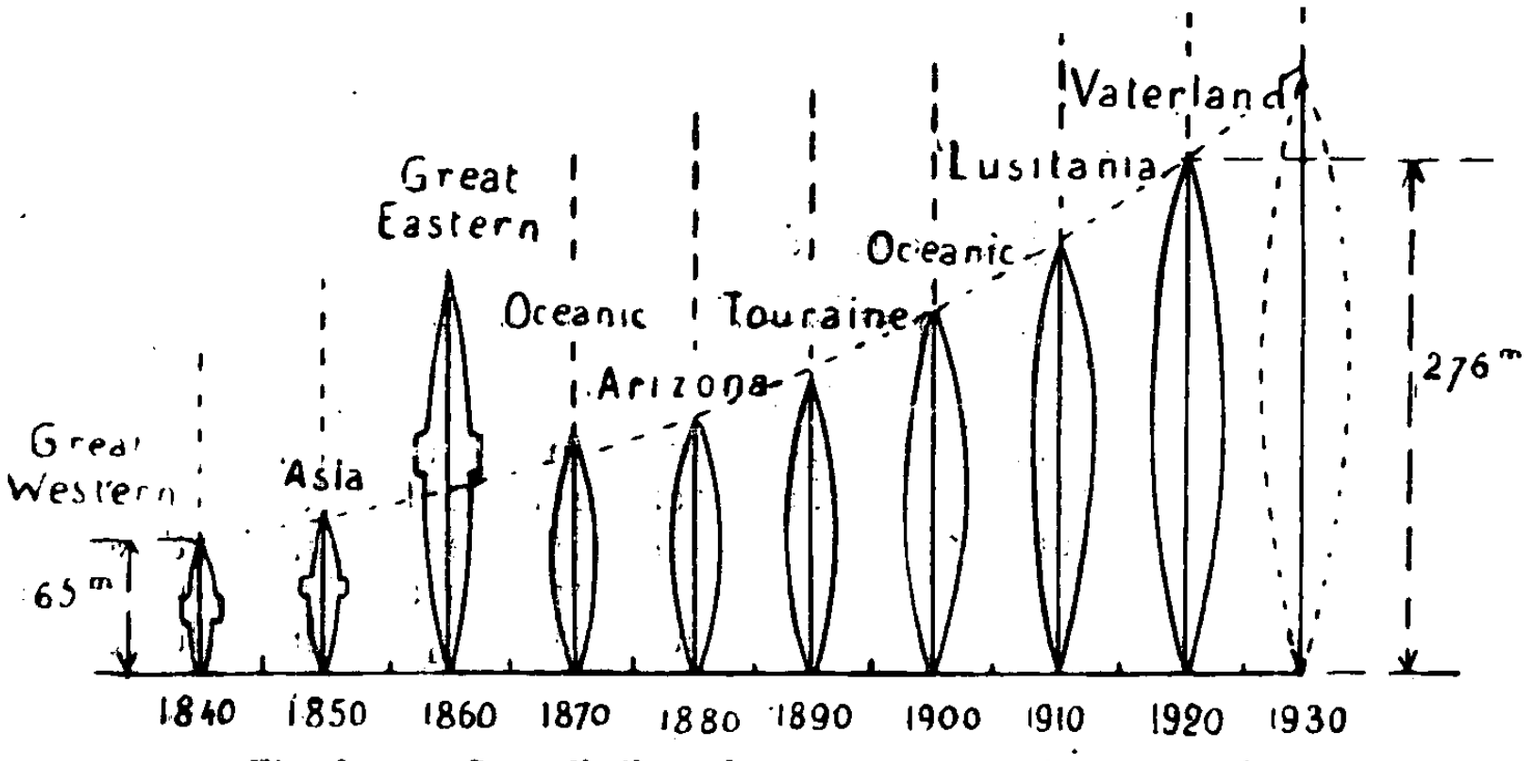


Fig. 370. — Coup d'œil sur la progression pendant un siècle.

Malgré les progrès considérables faits par la mécanique, depuis cette époque, il n'est pas à prévoir que les dimensions des navires fassent, d'ici peu, un pas considérable, il est au contraire vraisemblable que la progression sera ralentie par les difficultés croissantes d'aménagement des ports, qui, à l'heure actuelle, sont une entrave plus grande que les difficultés techniques et financières de réalisation de très grands navires considérés uniquement en tant que navires.

On pourrait donc croire que les études de carènes sont arrivées à un point de stagnation. Mais ce que nous venons de dire est relatif uniquement aux très grands navires ou aux navires très rapides.

Pour ceux-ci, il est indiscutable que les études ont été jusqu'ici très poussées, et de bien des côtés à la fois. Par contre, les navires moyens, et en particulier les cargos, sont encore loin d'être arrivés aux formes les meilleures pour le problème particulier qu'ils posent. Et ce problème, quoique moins brillant, n'est pas d'une utilité moindre, car le nombre de ces bâtiments étant considérable, des économies minimes de puissance, faites sur chacun d'eux, entraîneraient au total des économies considérables.

Résumé sur l'état actuel de la question : « la résistance de l'eau et les carènes ».

Dans la présente conférence, nous nous sommes spécialement attachés au côté pratique de la détermination de la résistance des carènes. Une autre conférence, de la même série, était en effet prévue pour la partie théorique. Nous ne mentionnerons les études théoriques que pour signaler que, dans l'activité d'un bassin d'essais des carènes, une part importante doit être réservée aux études d'ordre théorique sans

application immédiate, mais dirigées vers le but de la préparation de l'avenir.

Par exemple, au Bassin de Hambourg, le nombre total des essais a été, en 1926, de 649, se décomposant en 130 pour des problèmes d'application pratique immédiate, et 519 pour des recherches.

A Teddington, en 1925, le pourcentage d'essais relatifs à des navires, était seulement de 34 o/o. Chez nous, la proportion des études théoriques est relativement faible, et cela tient particulièrement au fait que la nécessité des études de laboratoire n'est pas encore reconnue en France au même point que l'étranger.

Notre conviction intime à ce sujet, est que la méthode d'expérimentation sur petits modèles, qui est reconnue obligatoire pour la prédétermination des résistances à la marche, est destinée à s'étendre progressivement à toutes les branches de la théorie du navire, et à les rénover. Petit à petit, dans ce pays comme ailleurs, finira par s'imposer la conviction que les travaux de laboratoire sont le seul moyen de faire progresser, simultanément, la théorie et les applications, et que les dépenses engagées pour la création des laboratoires et leur entretien, sont, en réalité, des placements excellents et indispensables pour tout pays désireux de maintenir son rang dans le monde.

L'AVENIR DE LA LOCOMOTION AÉRIENNE
LA SÉCURITÉ

par Edmond MARCOTTE
Ingénieur-conseil
Professeur à l'Ecole des Travaux publics

Le XI[e] Salon de l'Aéronautique est l'illustration de l'énorme progrès accompli depuis la première exposition d'appareils de navigation aérienne.

Salon d'avant-guerre et Salon d'aujourd'hui.

Lorsque s'ouvrait, il y a vingt ans, le 1[er] Salon, trois performances venaient de forcer l'admiration universelle.

Le 30 octobre 1908, sur l'avion Voisin qui portait son nom, Henri Farman, qui, le premier, avait fait un kilomètre en circuit, réussissait le premier voyage aérien du camp de Châlons à Reims.

Le lendemain, 31 octobre, Louis Blériot avait effectué le premier voyage aller et retour, entre Toury et Artenay.

Le 18 décembre, Wilbur Wright, qui, précédemment, avait enlevé le premier passager, M. Painlevé, tenait l'air près de 2 heures (record de durée) couvrant 92 km. (record de distance) et s'élevant à 110 m. (record de hauteur).

On voyait au Salon de 1908, l'*avion* d'Ader, la *demoiselle* de Santos-Dumont, le *Wright*, les monoplans de Louis Blériot et d'Esnault-Pelterie, les biplans de Delagrange et Farman et diverses suggestion que l'on estimait folles et qui firent ensuite leurs preuves.

Au Salon de 1909, il y avait 15 monoplans, 7 biplans et 4 engins divers, hélicoptères et autres.

En 1910, les types exposés commencent à avoir un air de famille ; on admirait notamment le monoplan de 18 Ch. Edouard Nieuport, dont la vitesse avait atteint 84 km. 400 à l'heure.

Le grand succès du Salon de 1911 était l'avion Blériot, sur lequel André de Beaumont avait gagné trois grandes épreuves : Paris-Rome, le Circuit Européen et le Tour d'Angleterre.

En 1912, nous vîmes surtout des avions militaires.

Le Salon de 1913 n'offrait déjà plus de véritables nouveautés.

L'évolution commençait par la recherche de la solidité.

L'aile, plus épaisse, au ventre plat, avait une courbure dorsale accentuée. Cette disposition n'était pas seulement avantageuse pour la solidité, elle avait un intérêt aérodynamique indiscutable. Les expériences de laboratoire, confirmées pratiquement, ont démontré en effet que la pression exercée par les filets d'air sous la surface inférieure de la voilure ne peut dépasser une certaine limite, tandis que la dépression exercée sur la surface dorsale est favorisée par sa courbure est pratiquement illimitée.

La guerre catalysa les progrès pratiques et le premier Salon qui suivit nous montrait les appareils de chasse, d'observation et de bombardement qui avaient fait leurs preuves : Spad, Bréguet, Caudron, etc., avec leurs moteurs : Gnôme et Rhône, Clerget-Blin, Salmson, Hispano-Suiza, Renault, Lorraine, etc. On essayait déjà une aviation civile en transformant ces types militaires éprouvés.

Tous les Salons de 1920 à 1928 ont accusé cette tendance, et l'on a vu, à côté d'avions de tourisme sur lesquels on prend le baptême de l'air, ces paquebots aériens où il existe déjà un restaurant confortable, ces hydravions géants, futurs aéronefs longs-courriers, et ces merveilleux appareils aux dimensions plus modestes sur lesquels nos as : Pelletier d'Oisy, Dagneaux, Challe, Bernard, Costes et Le Brix, etc... ont accompli ces grands raids et ces grands voyages qui n'ont pas encore lassé l'enthousiasme des peuples.

Le Salon de 1928 est bien international. On y trouve : 1 appareil anglais, 4 tchécoslovaques, 1 hollandais, plusieurs allemands et 3 appareils italiens, dont l'hydravion qui tient le record mondial de la vitesse : 513 km. heure.

Mais si l'on y voit surtout des avions civils, qu'on ne s'y trompe pas : il est extrêmement facile de changer, en quelques heures, un avion commercial en avion de guerre, si la construction a été faite en vue de cette transformation.

Ainsi l'exposition de ces appareils marque deux possibilités : l'une, aimable, le développement des relations entre peuples et le renforcement de la paix ; l'autre, redoutable, la plus affreuse conflagration qu'on puisse imaginer et qui rendrait intenable toute habitation ordinaire dans une zone frontière fort étendue en profondeur.

Le Salon de 1928 est le reflet de la concurrence aéronautique ardente qui s'exerce dans le monde entier. La nation qui aura su créer, avant les autres, les appareils les plus sûrs, les plus rapides, les plus confortables et les plus économiques sera capable d'assurer parfaitement la défense de son territoire si cela est nécessaire et de prendre le premier rôle dans la liaison économique des grandes capitales du monde.

M. Séguin, Directeur des Constructions Aéronautiques, fait justement remarquer à ce sujet que les problèmes qu'il faut résoudre pour cela sont, d'abord, d'ordre constructif, et que la solution en appartient à l'ingénieur. Nous allons essayer d'exposer ci-après quelques-uns de ces problèmes.

Nous ne parlerons que des avions.

L'Aéronautique comprend, en outre, les ballons, les cerfs-volants et les parachutes.

En ce qui concerne ces derniers, si l'on assiste assez souvent à des exhibitions de parachutistes qui s'en trouvent fort bien, cela n'est pas une preuve de l'efficacité réelle de l'engin. C'est au cours d'acrobaties simulant des accidents qu'il faudrait faire l'essai : expérience concluante, mais combien dangereuse.

On a renoncé au parachute pour avion entier, ce serait un danger supplémentaire en cas d'incendie.

Les cerfs-volants sont intéressants, mais ne constituent pas un moyen de loçomotion.

Les ballons dirigeables présentent évidemment des commodités, mais aussi des dangers, mis en évidence pendant la guerre et depuis. Comme le prix de ces appareils restera toujours élevé, on peut dire que, tant que l'on n'aura pas une plus grande certitude de leur tenue en cas d'orages ou d'ouragans, on pourra sans doute admirer l'audace de ceux qui se fieront à ces aéronefs pour les grandes traversées, mais on ne les imitera pas.

Nous ne nous arrêterons pas sur les hélicoptères qui sont encore dans la période des tâtonnements.

Quant aux avions, quoique leurs accidents fassent moins de victimes à la fois, on ne peut dire que la question de sécurité est résolue pour eux, et c'est sur cette question primordiale que nous allons nous arrêter.

Sécurité.

La réussite complète de la locomotion par avion est conditionnée par la confiance du public.

Le parachute lui offre évidemment une garantie insuffisante.

On estime que, parmi les accidents d'aviation, plus de la moitié sont dûs à des fautes de pilotage : la formation des pilotes, mécaniciens, navigateurs, doit donc être le premier souci d'un pays qui veut une aviation prospère. A ce souci doit s'ajouter l'organisation de la météorologie et de la signalisation lumineuse, acoustique ou hertzienne. Tout aviateur doit recevoir une éducation pratique à ce sujet.

Dans l'autre moitié des accidents, qui dépend du matériel ,les pannes de moteur entrent pour les neuf-dixièmes, dont *trois* dixièmes par ruptures de pièces et *six* dixièmes par défaut des accessoires, notamment par arrêt de la circulation d'eau ou insuffisance de graissage.

Les accidents provenant des appareils eux-mêmes sont devenus extrêmement rares depuis que la technique de la construction et de son contrôle est devenue aussi complète que possible.

Nous allons examiner toutes ces causes, en commençant par la plus terrible.

L'incendie. — L'incendie vient généralement de l'existence à bord d'un carburant qui émet des vapeurs inflammables à la température ambiante. On doit donc tout combiner pour éviter les fuites — notamment par ruptures de canalisations — et évacuer, au fur et à mesure, celles qui pourraient quand même se produire.

Mais le retour de flammes au carburateur reste un grand danger et il est indispensable d'exi-

ger l'emploi de dispositifs capables de l'empêcher.

En outre, tous les efforts doivent tendre à l'usage d'un carburant moins inflammable que l'essence : les moteurs du genre Diésel pourraient assurer une sécurité presque parfaite, on entrevoit la possibilité de les alléger suffisamment (1).

Utilité des essais. — En ce qui concerne les ruptures de pièces, il est bien évident que les essais : des matières premières, des différents organes et de l'ensemble une fois monté, doivent être réglementés d'une manière très sévère, non seulement pour l'appareil neuf, mais également après réparation.

Le moteur devra subir des essais assez longs

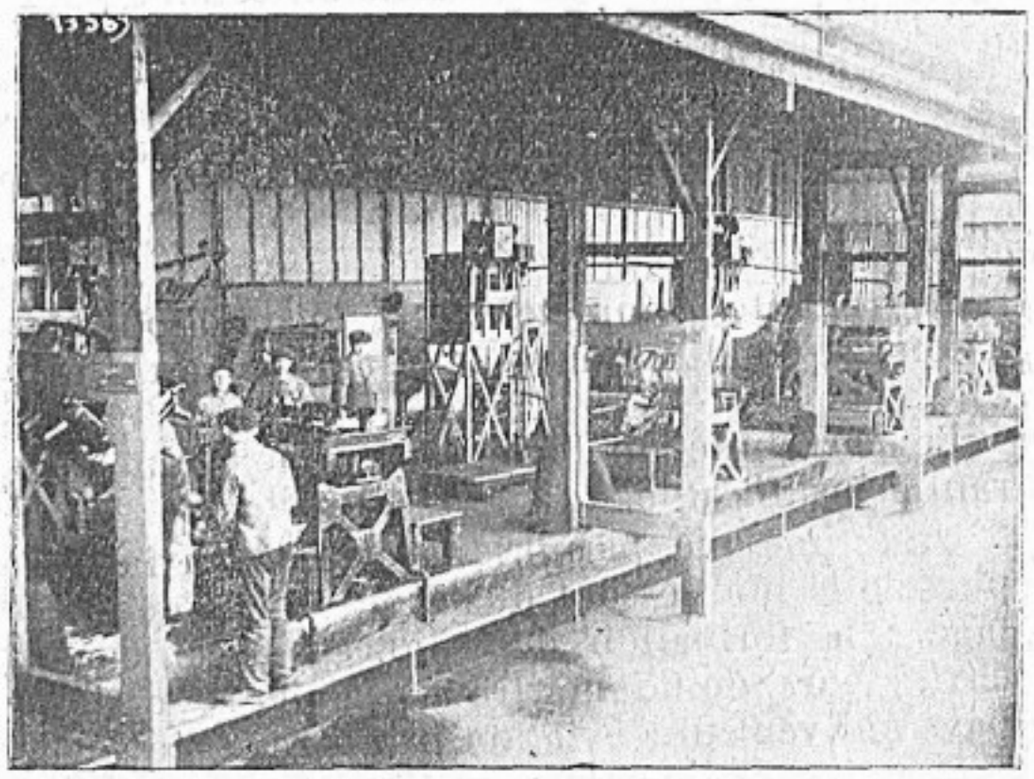


Fig. 371
Banc d'essais de moteurs d'aviation

au banc ordinaire (fig. 371), au banc inclinable et sur avion avec tous les accessoires. Ces essais doivent être, au moins, aussi complets pour les moteurs réparés que pour les moteurs neufs.

On fait du mauvais calcul en abrégeant la durée des épreuves. Plus longtemps de suite un moteur a fonctionné avec ses accessoires et plus on a de certitude d'éviter ensuite un accident ou un incident. Beaucoup de défauts graves ne se produisent qu'après plusieurs heures et il semble qu'on ne devrait pas accepter d'essais de moins de cinq heures consécutives. Nous en avons eu malheureusement des preuves réitérées (2).

(1) Ed. MARCOTTE. *Les Moteurs à combustion*, Collection Armand Colin.

(2) En ce qui concerne les essais, on pourrait consulter notre *Cours de Moteurs d'Aéronautique* à l'Ecole Spéciale des Travaux Publics et notre article *Les Essais des Moteurs à Explosion*, la *Vie Technique et Industrielle*, numéro de juin 1928.

L'endurance. — Nous devons dire que de grands progrès ont été réalisés, dans ces dernières années, sur l'enduranoe — et par conséquent la sécurité — des moteurs.

C'est ainsi que les moteurs anglais Rolls-Royce et Napier ont subi victorieusement des essais d'endurance de 150 heures.

Les longs raids montrent d'ailleurs les qualités d'endurance de l'ensemble et, particulièrement, des moteurs.

Au dernier concours français de grande endurance (1926) portant sur 240 heures de marche, 4 moteurs, de l'ordre de 400 Ch. et davantage : deux Renault, un Lorraine, un Panhard, ont satisfait à toutes les épreuves.

L'air cooling. — Ces quatre moteurs sont tous à refroidissement par eau.

Lorsqu'on les compare avec des moteurs à refroidissement par air, il faut bien reconnaître que ces derniers sont plus simples, et l'on peut

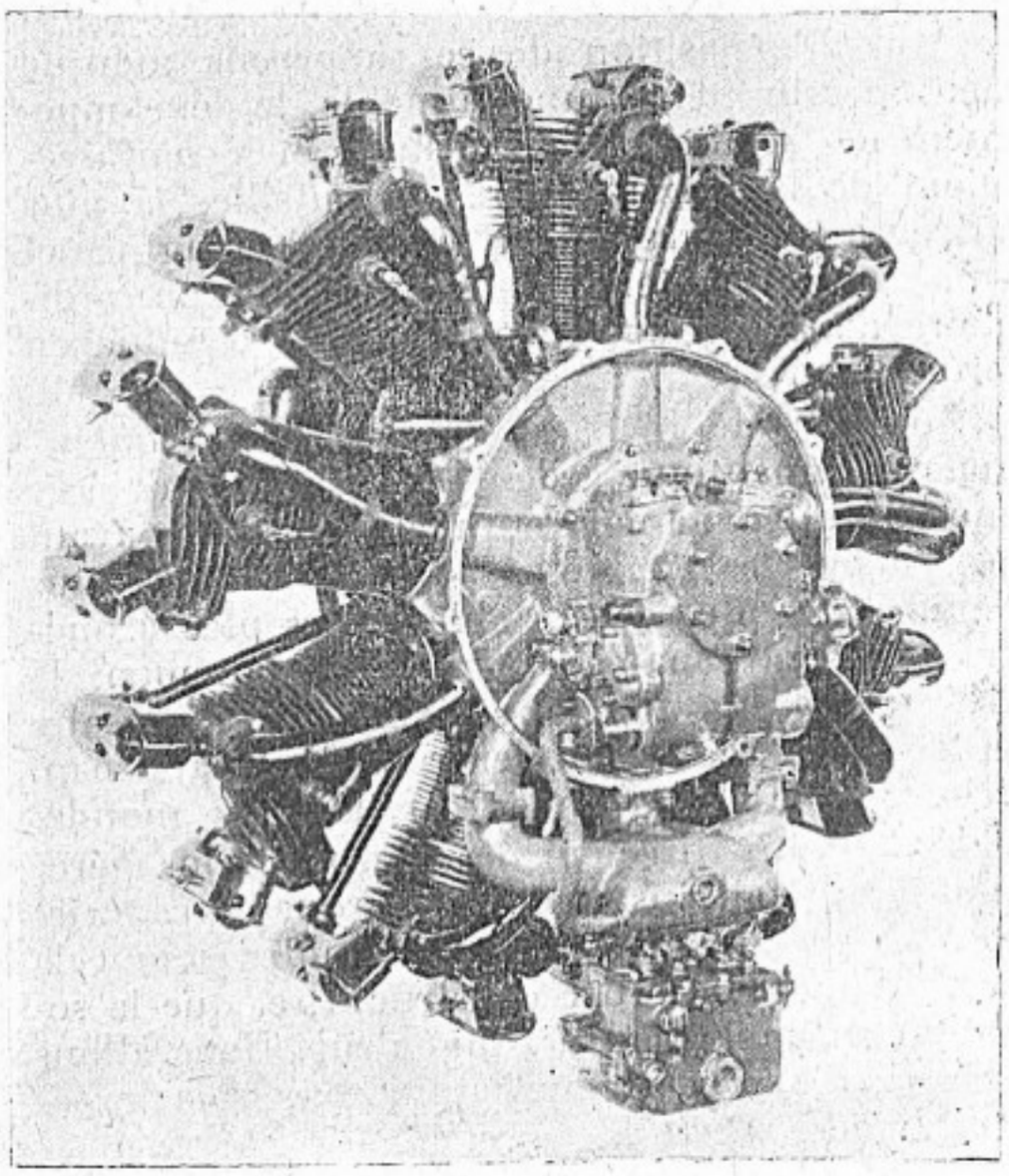


Fig. 372
Moteur fixe en étoile refroidi par l'air.

espérer que leurs chances de pannes en seront diminuées.

Cet espoir n'est pas vain, mais, jusqu'à présent, on ne croyait pas pouvoir réaliser avec le refroidissement par l'air, des moteurs puissants.

Les progrès techniques, métallurgiques et mécaniques ont permis de réaliser avec *l'air-cooling*, le refroidissement de moteurs puissants comme le Salmson 230 Ch., le Gnôme

et Rhône, le Bristol, le Jupiter 400-450 Ch., le Siddeley-Jaguar 425 Ch., qui présente 14 cylindres (de 127 mm. d'alésage pour une course de 140 mm.) en deux étoiles, l'une devant l'autre.

Ce dernier moteur est l'un des quatre de la série Armstrong-Siddeley, tous à *air-cooling* : le « Jaguar » 14 cylindres est le double du « Lynx », lequel n'a qu'une étoile de 7 cylindres mais peut quand même développer plus de la moitié de la puissance du précédent, parce que sa vitesse de régime a été portée de 1.620 à 1.900 t./m. ; les deux autres ont 5 cylindres, le « Mongoose » 125 Ch. et le « Genet » 88 Ch. à 2.200 t./m.

Les taux de compression et les consommations spécifiques étant comparables à ceux des moteurs à refroidissement par eau, on arrive, grâce au refroidissement par air, à diminuer le poids propre des moteurs et de leurs accessoires, sans augmenter le poids du carburant et de l'huile à emporter.

Le poids du groupe, moteur avec accessoires, peut s'abaisser à 1 kg. par cheval et l'on peut espérer qu'on allègera encore sensiblement sans sacrifier la solidité. Ce ne sont pas les organes les plus massifs qui résistent le mieux, mais ceux dont les calculs sont les plus exacts.

Le moteur Nau-Touron à compression variable et à détente allongée serait, par excellence, le moteur à refroidissement par air ; il est encore difficile de juger de son poids définitif, mais la diminution de la consommation de 50 % sera un allègement considérable pour les longs voyages.

Ce qui montre bien l'intérêt du refroidissement par air, ce sont les nouveaux types de ce genre construits par des maisons qui préféraient autrefois le refroidissement par eau : moteurs Salmson de 40 à 460 Ch. en étoile fixe de 5 à 18 cylindres établis sur les plans de l'ingénieur Pineau, moteurs Lorraine 100 et 230 Ch. en étoile fixe de 5 à 7 cylindres.

Le moteur en étoile fixe à *air-cooling* le plus célèbre est, sans conteste, le Wright 200 Ch., qui a permis à Lindbergh de traverser le premier l'Atlantique de New-York à Paris (fig. 372).

La lutte continue cependant entre les deux systèmes de moteurs.

Les progrès métallurgiques. — La substitution du métal au bois pour les appareils est une sécurité pour l'incendie.

En outre, les progrès métallurgiques permettent d'avoir des métaux et des alliages, ou très légers, ou très résistants qui ont servi à la fabrication de moteurs, à la fois robustes et légers, ainsi que d'hélices offrant une grande sécurité.

Le métal permet, dans la construction des cellules d'avions, de supprimer les haubannages extérieurs, ce qui augmente et la « finesse » et la solidité.

Pour l'ossature on utilise depuis longtemps : des tubes, avantageux pour la résistance au flambage ; ou des profilés, qui facilitent les assemblages. Mais la substitution des revêtements métalliques à la toile est beaucoup plus récente ; en France tout au moins, car le professeur Junkers emploie depuis un certain temps en Allemagne des tôles ondulées rivées sur tube à l'aide d'un appareil spécial.

Ici, M. Michel Wibault assemble les tôles par plis pincés, les nervures étant saisies par les rivets dans les plis. Pour le fuselage, M. Bréguet réunit les bords d'une bande mince en forme d'U à petites ailes et de deux profilés voisins avec des rivets.

Les épaisseurs des tôles sont de 15 à 60/100es de mm.

Quant au dispositif de la construction, il varie suivant le type d'avion.

Les avions Wibault (fig. 373) sont entièrement en duralumin : profilés pour l'ossature avec entoilage... métallique à plis pincés qui concourent à la résistance.

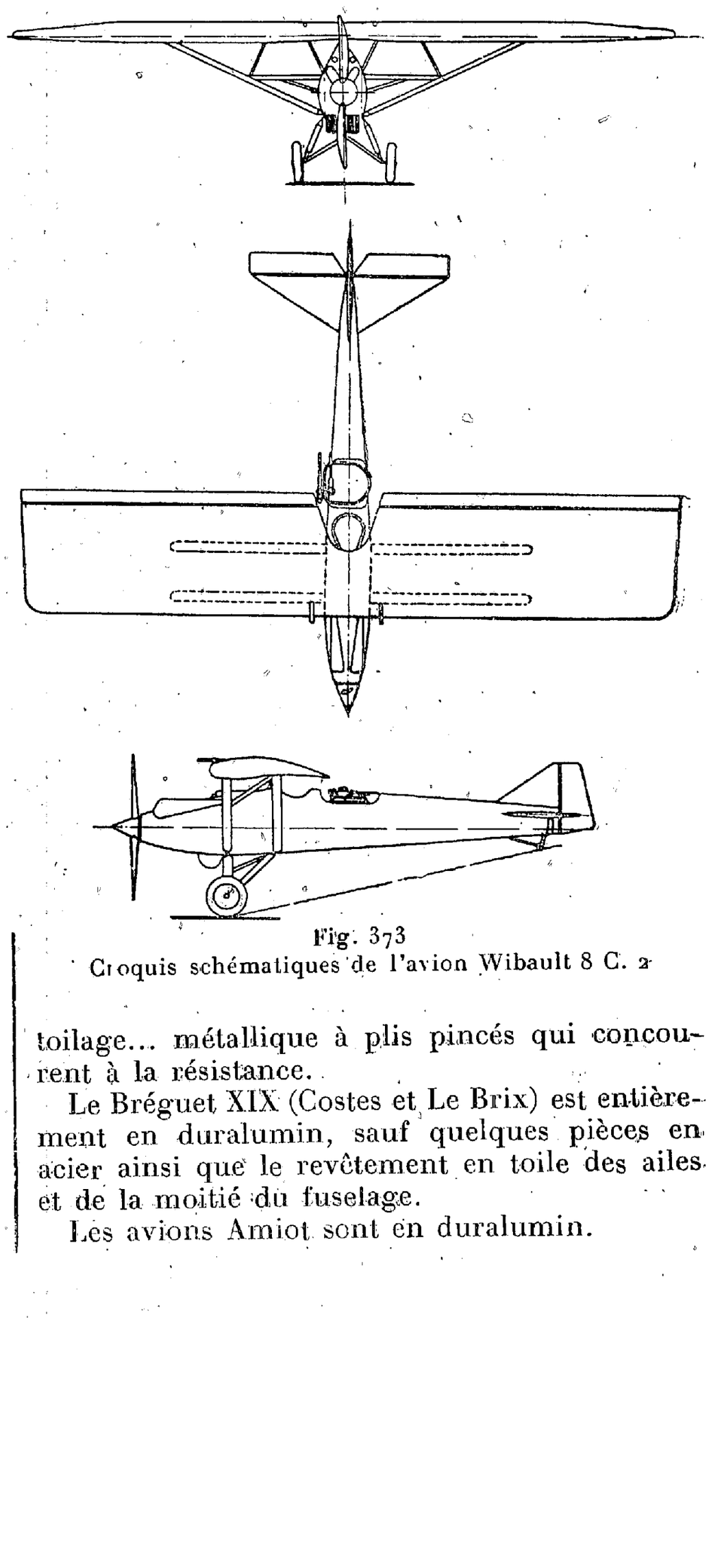


Fig. 373
Croquis schématiques de l'avion Wibault 8 C. 2

Le Bréguet XIX (Costes et Le Brix) est entièrement en duralumin, sauf quelques pièces en acier ainsi que le revêtement en toile des ailes et de la moitié du fuselage.

Les avions Amiot sont en duralumin.

Les avions Avimeta (Schneider) sont en *alferium*, autre alliage léger.

Les Russes emploient le kotchougalin.

Les alliages légers à haute résistance se répandent en Angleterre et aux Etats-Unis.

Mais c'est assurément l'Allemagne qui, avec trois types principaux, utilise peut-être davantage le métal :

Le Dormier, d'origine française, est en acier et en duralumin ;

Le Rohrbach est en duralumin ;

Le Junker comporte une aile épaisse en alliage léger, qui couvre toutes pièces offrant des résistances nuisibles.

Un des grands avantages de la construction métallique, c'est de permettre la fabrication en série de types interchangeables.

Les hélices métalliques ont de nombreux avantages : elles n'éclatent pas, sont peu sensibles aux actions atmosphériques, permettent d'atteindre une vitesse circonférentielle égale à celle du son dans l'air et de transmettre des puissances pouvant atteindre 375 chevaux, cela par pale.

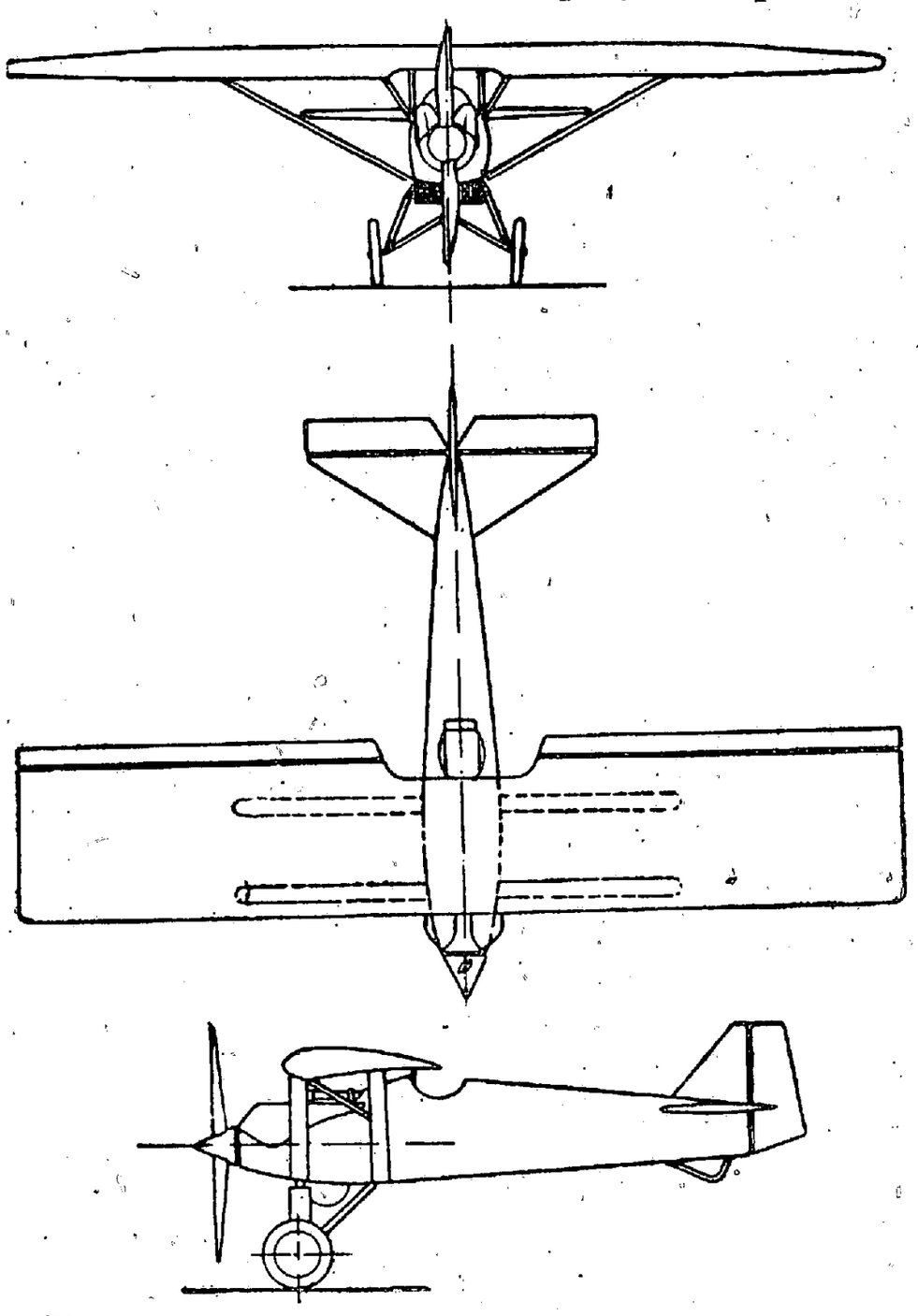


Fig. 374. — Croquis schématiques de l'avion Wibault, type 13 C. 1, Moteur Hispano-Suiza 400 CV.

*
* *

L'emploi d'aciers spéciaux, d'une part, d'alliages ultra-légers d'autre part, a permis d'augmenter — et de beaucoup — la légèreté, le rendement et la solidité des moteurs, notamment des moteurs fixes en étoile à refroidissement par air.

La construction du moteur Wright, 200 Ch., de Lindberg, mérite bien une mention spéciale. Les pistons sont en alliage d'aluminium, traité spécialement, les culasses sont en alliage d'aluminium à ailettes d'aluminium vissées sur un fourreau d'acier, lui-même à ailettes, la surface des ailettes étant plus grande autour des soupapes qu'ailleurs. Les soupapes contiennent des nitrates (45 % de nitrate de sodium et 55 % de nitrate de potassium) pour favoriser le refroidissement ; les sièges sont en bronze d'aluminium, bon conducteur et résistant.

Allègement. — Raids et records.

Les recherches métallurgiques et mécaniques ont ainsi conduit à des poids par cheval de 800 gr. pour les moteurs de l'ordre de 500 Ch. et même de 550 gr. pour les moteurs puissants, tels que le Pacquart, 800 Ch. Le moteur Napier de la Coupe Schneider, à Venise, ne pesait que 400 gr. par cheval.

Le nombre des chevaux par litre de cylindrée est passé de 10 à 15 et même 20 pour le Pacquart 800 Ch., à 2.000 t./m.

Les vitesse des avions deviennent considérables

Webster, le vainqueur de la coupe de Venise a parcouru un circuit de 350 km. à la vitesse moyenne de 453 km. heure.

Depuis, un hydravion de la marine italienne a fait 513 km. heure.

C'est, actuellement, le record du monde de vitesse.

Riticz et Edzard, sur Junkers, ont conquis le record de durée en volant sans arrêt pendant 52 heures 20 minutes.

Chamberlin et Lévine ont porté à plus de 6.500 km. le record de distance.

Ces records étaient tous tenus par la France, il y a quelques mois.

Partout les lignes s'organisent et se développent : Londres-Le Caire-Les Indes ; Brindisi-Athènes-Constantinople ; l'Allemagne a le réseau le plus serré ; le réseau français, qui comprend Paris-Vienne-Constantinople, se développe sur 14.000 km. d'itinéraire.

*
* *

Cependant, on parle d'une crise de l'Aviation en France.

Voici comment la question peut être envisagée.

Pour que l'Aviation progresse, il faut qu'elle puisse vivre *sans subvention d'Etat*, ce qui exige l'excellence du personnel, du matériel et de l'aménagement des terrains pour attirer la clientèle, augmenter les recettes et diminuer les dépenses.

Quoique les types actuellement en usage aient fait leurs preuves et soient capables d'assurer des services réguliers et d'exécuter de grands raids impressionnants, il s'en faut — et de beaucoup — que tout cela, en France comme à l'étranger, soit près de la perfection.

Nous devons donc travailler encore, longtemps sans doute, car en dehors de la question de sécurité dont nous avons donné une idée, il y en a bien d'autres : la vitesse, l'économie, le confort, etc... Nous nous proposons d'exposer ces questions dans une prochaine étude.

En attendant, qu'on nous permette de signaler que, sur les 1.200.000.000 de francs prévus aux budgets des différents ministères pour l'Aviation, 600 millions vont aux fabrications en série et moins de 50 millions seulement sont destinés aux études et expériences et à l'établissement et aux essais de machines nouvelles. S'il y a une crise, elle vient de cela. On pourrait croire, d'ailleurs, que tout est dit quand les laboratoires sont outillés, il y faut aussi de bons cerveaux. Or, comment attirer de jeunes chercheurs dans cette entreprise de longue haleine sans leur assurer, en argent et en considération, une rémunération suffisante. Actuellement, mieux vaut être courtier qu'inventeur et c'est une autre cause de la crise, qui ne dépend pas uniquement de crédits.

Avec M. le Maréchal Lyautey nous dirons qu'il manque à la France, pour son aviation, *une* direction, *un* animateur, *un* programme, mais il y a, en l'air, beaucoup de raisons qui nous font espérer que nous aurons bientôt tout ce qui nous manque.

N. B. Cet article était écrit avant la création du Ministère de l'Air et avant les derniers accidents. Celui qui entraîna la mort du Ministre du Commerce chargé de l'Aviation et de quatre aviateurs distingués à des titres divers, semble dû à une panne de moteur. La destruction de l' « Arc-en-Ciel », et le sacrifice de son équipage, comprenant un pilote qui avait triomphé d'entreprises autrement hasardeuses, a frappé davantage, peut-être, l'imagination du public. Si le jeune inventeur d'un appareil remarquable avait pu être subventionné comme il le méritait, sans doute aurait-il apporté moins de hâte à donner à son invention la forme définitive ! C'est donc sur les constructions neuves que l'on doit diriger surtout les encouragements officiels, budgétaires et techniques. A ce dernier point de vue, il importe d'attirer au Service Technique et Industriel, les techniciens les plus instruits et les plus ingénieux, et de perfectionner les essais d'appareils. L'enregistrement des déformations élastiques, au point fixe, puis en vol, doit permettre une auscultation donnant toute sécurité à cet égard.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences. (Septembre 1928). — *Théorie des ensembles.* M. *Georges Bouligand* analyse la notion d'ordre de mesure d'un ensemble, (notion qu'il avait introduite précédemment sous le nom d'ordre dimensionnel); dans l'espace euclidien, à m = dimensions, par exemple, un ensemble fermé borné est d'ordre de mesure $\leqslant 2-\alpha$, si $\rho^{-\alpha} f(\rho)$ reste borné lorsque $\rho \to 0$, $f(\rho)$ étant la mesure superficielle de l'ensembles des points dont la distance à E est $\leqslant \rho$. Si C est la classe des homéomorphes à E, quel que soit ε (> 0) on peut trouver dans C des ensembles dont l'ordre de mesure $> 2 - \varepsilon$; si E est sans point intérieur mais comprend au moins un continu, il n'y a dans C aucun ensemble d'ordre < 1, mais il y en a d'ordre $\leqslant 1 + \varepsilon$, le minimum 1 n'étant atteint que pour des E spéciaux, ne comprenant notamment aucun continu oscillant. Ces notions s'étendent à $m > 2$; elles conduisent en topologie à définir la dimension d'un ensemble comme la limite des ordres de mesure des homéomorphes de E; elles montrent l'importance des ordres entiers de dimension en topologie.

Théorie des fonctions. M. *Miécislas Biernacki* montre que pour la fonction entière $\Sigma a_k x^{k n}$ ($n_0 = 0$), si la limite inférieure d'indétermination de $\frac{\log (n_{k+1} - n_k)}{\log n_{k+1}} > \frac{1}{2}$ toute demi-droite issue de o est une droite de Julia; si la fonction et d'ordre infini, on retrouve là des théorèmes de MM. Polya et Mandelbrojt.

Analyse. 1. En s'appuyant sur la théorie de Fredholm, M. *Georges Giraud* développe une méthode de résolution du problème de Dirichlet pour les équations linéaires à un nombre quelconque de variables; la méthode trouve une application dans l'étude du problème de Dirichlet pour les équations non linéaires et non analytiques.

2. M. *J. Chokhate* étudie la convergence vers $f(x)$ des polynomes P_{mn} (m ou n tendant vers ∞) tels que

$$\int_a^b p(x) \mid f(x) - P_{mn}(x) \mid^m dx$$

soit minimum ($p(x)$ fonction $\geqslant 0$); sa méthode qui utilise les polynomes de Tchebycheff lui fournit moyennant certaines conditions des cas de convergence uniforme.

3. Etudiant la représentation biunivoque bicontinue et directe de deux domaines plans l'un sur l'autre M. *D. Menchoff* suppose par exemple que trois rayons issus d'un point dans un domaine soient transformés en trois courbes se

coupant mutuellement sous les mêmes angles que les trois rayons ; s'il en est ainsi partout (ou presque partout) dans un domaine, la représentation est définie par une fonction holomorphe.

4. Antérieurement, M. *O. D. Kellog* avait annoncé qu'on pourrait établir un théorème d'unicité pour les fonctions harmoniques définies par des valeurs périphériques continues, si l'on réussissait à établir ce lemme : si un ensemble de points est fermé, borné, de capacité positive, il contient au moins un point régulier. L'Auteur parvient à établir ce lemme en s'appuyant sur un résultat récent de M. Vasilesco.

Mécanique appliquée. M. *Farid Boulad Bey* donne un théorème qui permet de ramener la détermination des lignes d'influence des efforts dans une poutre continue supportée par cinq appuis à un problème analogue pour la poutre à deux appuis.

Physique mathématique. Pour relier la gravitation et l'électromagnétisme; M. *Winter* avait proposé d'introduire le temps dans les coefficients du ds^2 de Schwarzschild : on pourrait réaliser alors un *espace vibront* de la mécanique ondulatoire. Cet Auteur et M. *Paul Lévy* étudient les équations aux dérivées partielles du champ et en recherchent des solutions réalisant la séparation des variables ; mais ils n'obtiennent ainsi aucune solution nouvelle.

Calcul des probabilités. M. *Constant Lurquin* indique diverses formules relatives au calcul de la valeur moyenne et de l'écart moyen à l'aide de fonctions génératrices.

René Garnier.

Radiologie

L'action bactéricide des rayons X. — L'action bactéricide des rayons X a fait l'objet de nombreuses recherches, qui ont souvent donné des résultats contradictoires. M. Trillat les a reprises récemment (*Société de Chimie physique* 23 juin 1927) sur le *B. Prodigiosus*. Il a constaté tout d'abord que l'action bactéricide croît avec la longueur d'onde utilisée.

Si l'on place à proximité de la culture un écran métallique, disposé de façon que les rayons X viennent traverser d'abord la culture, puis frapper l'écran, on constate que l'action bactéricide due ici au rayonnement secondaire émis par l'écran est considérablement accrue. Les résultats peuvent être résumés ainsi :

1) L'action bactéricide croît avec le numéro atomique du métal-radiateur utilisé pour constituer l'écran.

2) La pose bactéricide, dans les conditions opératoires utilisées, est de l'ordre de 10 minutes avec radiateur or et tension aux bornes du tube de 70 KV, alors qu'elle est de plusieurs heures sans radiateur.

3) La zone stérilisée possède une surface proportionnelle à la durée d'irradiation.

4) L'action décroît très rapidement avec la distance du radiateur à la culture.

Cette action secondaire si intense pourrait être due soit à un rayonnement ondulatoire très mou, soit à un bombardement électronique. Pour résoudre la question, on a employé la méthode de déviation des électrons dans un champ magnétique puissant; cette méthode a été réalisée au moyen d'un appareillage spécial, qui permettait de comparer sur la même culture l'effet du rayonnement secondaire, l'électro-aimant étant ou n'étant pas excité.

Dans ces conditions, l'auteur a constaté que l'action bactéricide est dûe presqu'uniquement aux électrons secondaires. Ce résultat important montre que la théorie des quanta doit être prise en considération aussi bien en biologie qu'en physique ou physico-chimie.

A. Bc.

T.S.F.

Une curieuse application de la radio. — Une des plus récentes applications de la radio consiste en une sorte de machine à peser, machine utilisée par le laboratoire d'une importante usine de papier et pâte de la Nouvelle Angleterre. Cette machine pèse automatiquement toute matière telle que du papier, caoutchouc, etc., passant à travers le mécanisme sous forme de plaque continue. Ceci se fait pendant que la production marche à plein rendement et sans toucher la feuille en aucun point. Le principe est très simple et repose sur les propriétés des circuits accordés. La feuille de matière passe entre deux plaques métalliques parallèles qui forment le condensateur d'un circuit récepteur. Les variations du poids de la feuille modifient la capacité du condensateur et par suite l'action d'une onde de longueur fixe sur le récepteur. Ces dernières variations sont indiquées par un appareil placé dans le circuit et peuvent être utilisées pour contrôler la production au moyen de relais convenables. La machine rend des services précieux pour maintenir la constance de la densité du papier et une variante peut être utilisée pour se rendre compte de son degré d'humidité.

P. Abadie.

Médecine

La dengue et la récente épidémie d'Athènes. — La dengue est une maladie contagieuse qui sévit à l'état endémo-épidémique sur divers points du globe : littoral méditerranéen, régions tropicales, Extrême-Orient. Elle a fait, au cours du dernier été, à Athènes, une offensive brutale et massive touchant, dans un court espace de temps près de 400.000 personnes; pandémie véritable dont la soudaineté et la violence pouvaient faire malencontreusement et, certes, bien à tort évoquer les jours funestes de la pandémie de grippe de 1918.

L'allure de la courbe épidémique est la seule et unique analogie entre ces deux maladies si radicalement différentes.

Le tableau clinique des atteintes morbides observées en août 1928 à Athènes a présenté en tous points, nous dit le Pr Sacorrafos (1), les caractéristiques de la maladie appelée « dengue » telle que les nombreuses épidémies antérieures ont permis de l'individualiser : incubation de 9 jours environ, début rapide souvent brutal, fièvre élevée, phénomènes douloureux intenses, généralisés, à type de céphalée, de courbature, d'arthralgie, de myalgie, souvent état d'agitation, de délire, troubles digestifs et urinaires : en un mot, ensemble de symptômes traduisant une atteinte infectieuse profonde de l'organisme mais dont la banalité ne permettrait pas de poser un diagnostic précis, si quelques particularités ne venaient, en signant le tableau, donner des éléments de différenciation et lever tous les doutes. Quant à une confusion possible avec l'infection grippale classique : — le pouls, malgré la fièvre intense non seulement ne s'accélère pas mais, au contraire, se ralentit et parfois dans des proportions considérables ; — une éruption apparaît vers la fin de l'évolution, éruption polymorphe, scarlatiniforme le plus souvent, d'intensité variable, siégeant sur les parties découvertes et

(1) *Presse médicale* du 6 octobre 1928.

pouvant, mais rarement, s'accompagner d'œdème et de desquamation.

L'évolution est rigoureusement cyclique : à la fin du septenaire la fièvre tombe brusquement, une crise salutaire se produit et le malade entre en convalescence : à vrai dire, le terme de convalescence est impropre tant l'état de prostration, d'asthénie, de profond abattement (état « dengo » qui a fait donner son nom à la maladie) évoque plutôt l'idée d'une sorte de continuation de l'état morbide, un « troisième stade » plus ou moins prolongé.

Ces éléments permettent un diagnostic différentiel facile d'avec la grippe et seuls les symptômes infectieux banaux et l'asthénie consécutive pourraient, à la rigueur, donner le change à un observateur non averti ou lors d'une atteinte isolée.

Mais un fait capital, en dernière analyse, permet encore la discrimination : c'est l'absence absolue de complications du côté du système broncho-pulmonaire : différence essentielle avec la grippe, au cours de laquelle le fléchissement de la défense organique porte électivement sur l'appareil respiratoire au point que la complication due aux « microbes de sortie » arrive à masquer l'infection générale spécifique en cause.

Sans doute, au cours de l'épidémie récente a-t-on pu voir quelques très rares complications broncho-pulmonaires mais dans une proportion infime qui n'atteint même pas le taux des probabilités d'atteinte qu'entraîne, pour cet appareil, n'importe quelle infection.

Un tel ensemble clinique : éruption, absence de complications respiratoires, évolution cyclique, dicordance marquée entre la température et le pouls autorise, par ses caractères tranchés un diagnostic assez précis pour que les seuls éléments : fièvre, céphalée, asthénie consécutive puissent prêter à équivoque.

Le pronostic est resté dans l'ensemble ce qu'il est d'ordinaire : bénin. Mais pour relatifs qu'ils soient, les ravages que fait la dengue ne sont pas à mépriser : outre les aléas d'une longue convalescence laissant l'organisme vulnérable et malgré l'absence habituelle de complications tardives, il semble que les cas observés à Athènes aient mis en évidence une atteinte fréquente de la cellule hépatique se traduisant par de l'hypertrophie du foie, de l'ictère et surtout une tendance marquée aux hemorragies ; signes d'une insuffisance hépatique passagère mais intense assombrissant dans certains cas particuliers (femmes enceintes, diabétiques...) un pronostic favorable dans l'ensemble.

Le traitement est resté, en l'absence de données pathogéniques précises purement symptomatique et anti-infectieux général.

En effet, l'histoire nosologique de la dengue n'est pas encore complètement tirée au clair. Sans doute, depuis plus de cent ans que cette maladie est connue et étudiée a-t-on pu, de son tableau clinique, établir les linéaments essentiels et dresser un schéma assez net pour permettre un diagnostic aisé ; mais l'obscurité persiste quant à l'agent causal spécifique.

Il est à présumer, pour diverses raisons d'ordre pathogénique ou épidimiologique qu'il s'agit d'un spirochète et de fait un tel parasite a été mis en évidence dans le sang par Ido Ito et Wani en 1918 au Japon (*Sp. hebdomalis*) et plus tard par Couvy, à Beyrouth mais la preuve indiscutable de l'existence et de la spécifité d'un tel parasite n'a pu être encore faite.

On est plus avancé sur le mode de transmission : il semble acquis, en effet, que, à l'inverse de la grippe, la contagion ne se fait pas directement d'homme à homme, mais par un intermédiaire qui est le culex ou le Stegomya, suivant le mode habituel : piqûre d'un malade, séjour du microbe dans le corps de l'hôte intermédiaire, inoculation par piqûre à l'homme sain.

Deux formes différentes de la dengue seraient ainsi transmises, identiques par leurs symptômes mais différentes dans leur durée d'évolution : la dengue méditerranéenne et la dengue tropicale : la première d'une durée de trois jours et rencontrée sous forme de bouffées explosives dans toutes les contrées du bassin méditerranéen, observée à Smyrne, en Macédoine, en Espagne... la seconde plus longue, évoluant en 6 jours, donnant des formes un peu plus graves et qui, toujours en bouffées épidémiques massives et courtes, apparaît dans les points les plus différents du globe : Chine, Tonkin, Soudan, Afrique Equatoriale.

On a incriminé encore comme agents transmetteurs de la dengue méditerranéenne, un petit insecte le Phlébotome d'où le nom de fièvre à Phlébotome, de fièvre à papataccis donné parfois. Pour certains auteurs cependant (Trabaud) la fièvre à papataccis, fièvre des trois jours, serait essentiellement différente de la dengue véritable et la confusion facile viendrait de la durée égale de l'évolution. Ce serait cette fièvre des 3 jours et non la dengue qu'aurait connu l'Armée d'Orient.

Quoi qu'il en soit l'épidémie d'Athènes avec son évolution de 6 jours a été indiscutablement une épidémie de dengue vraie.

Et si nous devons regretter que la lumière ne soit pas entièrement faite sur la dengue et son agent causal, ce regret doit s'atténuer du fait que cette incertitude vient en grande partie de la bénignité de la maladie dont la mortalité quasi nulle, malgré la morbidité formidale, prive — heureusement — de sujets d'étude.

Dr J. Didiée.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Statistique

Le Bureau Veritas. — Le *Bureau Veritas* a fêté cette année le centenaire de sa fondation : la part qui revient à cette Institution dans le progrès et la systématisation de la Technique navale, est trop considérable pour qu'il soit superflu d'en préciser, à cette occasion, les traits caractéristiques.

Le *Veritas* est une Société qui se charge de surveiller, soit la construction, soit l'entretien des navires ; suivant le degré de confiance que ceux-ci inspirent à ses ingénieurs, elle les classe, au moyen d'une cote, dans diverses catégories. C'est sur cette cote que les Compagnies d'Assurances se basent pour l'établissement de leurs polices.

Il existe plusieurs Sociétés analogues dans les différents pays maritimes ; les principales sont, avec le *Veritas*, le *Lloyd's Register* et la *British Corporation*, toutes les trois possédant un ressort véritablement international.

Lors de la fondation, à Anvers, en juin 1828, il était presque impossible aux assureurs d'acquérir une connaissance exacte des navires, et les actes de baraterie étaient assez fréquents. D'autre part, les « charpentiers de navires » ne possédaient pas de technique organisée, mais seu-

lement des routines particulières, des « secrets » qu'ils se transmettaient mystérieusement de père en fils, souvent de vive voix. C'était, en résumé, la persistance du même état d'esprit qui avait fait échouer, autrefois, une tentative de réglementation générale imaginée par Colbert.

Or, du moment que les assureurs conféraient à l'organisme naissant une autorité grandissante, du fait de la confiance qu'ils accordaient à sa cote, les constructeurs et les armateurs avaient tout intérêt à s'assurer immédiatement l'obtention de cette cote, en se soumettant d'avance à certaines règles et à certains principes de construction. C'est ainsi que le *Veritas*, non sans avoir eu à lutter contre des résistances acharnées, en vint à élaborer, dès 1851, — le siège social avait été, entre temps transféré à Paris, — un *Règlement* concernant les navires en bois, puis en 1858 un autre relatif à la construction en fer et peu après une règlementation concernant les machines et les chaudières.

A cette époque de transformation industrielle, où la Technique scientifique émergeait péniblement de l'empirisme traditionnel, le *Veritas* sut éviter le double écueil, soit d'accepter des conceptions aventurées, insuffisamment mûries par l'expérience, soit d'entretenir des procédés éprouvés et sûrs, mais vieillis. On remarquera, en outre, que le génie des grands ingénieurs et l'activité proprement scientifique étaient à peu près exclusivement concentrés sur l'évolution du navire de guerre.

Loin de se poser en contrôleur pointilleux et défiant, le *Veritas* a pu réaliser la conception d'un centre actif d'études techniques, auxquelles collaborent non seulement les ingénieurs spécialement affectés à cet emploi, mais toutes les valeurs de l'armement et de la construction navale. L'élaboration du navire de commerce moderne, en particulier du grand paquebot, doit certainement beaucoup à cette action commune.

Voici un exemple particulier, de nature à préciser les faits. Les premiers navires en fer reproduisaient les dispositions normales de la construction en bois. Ils ne portaient pas, à proprement parler, de *superstructures*, sauf la *teugue* à l'avant et la *dunette* à l'arrière, qui dominaient un pont continu, dit *pont des gaillards*. A partir de 1870, on commença à surmonter le pont des gaillards d'un pont léger, dit *spardeck*, l'entrepont ainsi gagné étant destiné surtout aux emménagements pour passagers. Dès lors, l'importance des constructions réalisées au-dessus du pont des gaillards ne fit que s'accroître; toutefois on continuait à traiter ce dernier en pont de *résistance*, c'est-à-dire qu'on lui attribuait les échantillons les plus forts et les liaisons les plus solides. Les ponts au-dessus de lui étaient établis en matériaux plus légers, considérés qu'ils étaient comme extérieurs à la poutre longitudinale que le navire représente, du point de vue de la résistance à la flexion.

Ce fut le *Veritas* qui, en 1906, parvint à imposer définitivement la solution rationnelle, qui possède seule une valeur scientifique : le pont de résistance doit être porté le plus haut possible, afin d'augmenter la hauteur de la poutre; c'est-à-dire la distance qui sépare ce pont de la quille, toute la superstructure située en dessous de lui faisant ainsi partie intégrante de la poutre. D'autre part, et à ce même propos, la règlementation du *Veritas* rationalisait le calcul des échantillons de la charpente, en introduisant la considération du déplacement, ou du tirant d'eau.

On pourrait encore rappeler, à l'actif de l'Institution, l'innovation par laquelle, dès 1886, elle substituait, à l'égard des pétroliers, la coque à paroi simple à la double coque, réalisant ainsi une conception hardie, que l'expérience devait pleinement justifier.

Le *Veritas* a étendu aujourd'hui sa juridiction, non seulement sur les matériaux de construction en général et les machines, indépendamment même de l'industrie navale, mais encore à l'aéronautique et à l'aviation. Le premier registre aéronautique date de 1923; le règlement servant de base à la classification a été publié distinctement en 1927. Cette nouvelle fonction, sanctionnée par un décret du 2 octobre 1922, annonce déjà une activité et des résultats fort remarquables.

En outre, depuis 1921, le *Veritas* public un *Bulletin Technique*, consacré aux problèmes, tant théoriques que pratiques, qui concernent la marine et l'aviation; cette publication mensuelle possède une valeur scientifique qui ne le cède à aucune revue étrangère analogue. Le centre d'études a été d'ailleurs très développé et complété par la création de laboratoires appropriés.

C'est donc très légitimement que le *Bureau Veritas*, institution privée, a pu revendiquer l'honneur d'avoir contribué à l'application des théories des Dupuy-de-Lôme et des Bertin, et « dans cette collaboration continue et essentiellement internationale qu'est l'élaboration du navire moderne, d'avoir introduit près du solide empirisme anglo-saxon la logique et la clarté françaises ».

Louis Basso.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 15 octobre 1928.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *G. Giraud.* — **Sur les équations non linéaires aux dérivées partielles du second ordre, du type elliptique.**

— *Florin Vasilesco* (transm. par M. Hadamard). — **Sur les surfaces de niveau du potentiel d'un ensemble de points.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *P. Lévy* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur les espaces vibrants de M. Winter.**

HYDRODYNAMIQUE. — *R. Mazet* (prés. par M. G. Kœnigs). **Sur l'écoulement à travers un orifice rectangulaire long et étroit.**

MÉCANIQUE. — *J. Peltier* (prés. par M. Rateau). — **Les équations du mouvement d'une voiture automobile.**

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *N. Cetajev* (transm. par M. P. Appell). — **Sur la stabilité à la Poisson.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *H. Andoyer.* — **Sur la théorie analytique des perturbations et sur le théorème de Poisson.**

— *D. Eginitis* (prés. par M. Bigourdan). — **Le problème de la marée de l'Euripe.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Ch. Fabry.* — **Sur le rôle des atmosphères dans les occultations d'étoiles par les planètes.**

ASTRONOMIE. — *M. Hamy.* — **Sur une propriété de la diffraction par une ouverture circulaire.**

— *R. Jarry-Desloges* (prés. par M. Bigourdan). — **Recherches sur la position de l'axe de rotation de la planète Vénus.**

MÉCANIQUE. — *F. Rochefort* (prés. par M. Kœnigs). — **Sur un nouveau procédé d'alimentation des moteurs à explosion.**

La difficulté d'obtenir une pulvérisation assez parfaite des combustibles lourds pour que le mélange puisse se comporter comme les mélanges carburés à l'essence au mo-

ment de l'allumage par étincelle. L'auteur a pu vaincre cette difficulté et conserver, avec l'alimentation au gas-oil pulvérisé, la correction et la souplesse de marche du moteur à essence. Ce résultat a été obtenu en combinant un dispositif spécial de pulvérisateur mixte (actions mécanique et pneumatique) avec une méthode entièrement nouvelle de pulvérisation utilisant, au lieu d'air pur, du gaz comprimé, déjà carburé pour son propre compte, fourni par le moteur lui-même.

OPTIQUE. — *J. Cabannes* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Dépolarisation des radiations secondaires dans la lumière complexe qui résulte de la diffusion moléculaire d'une radiation monochromatique.**

Les mesures de dépolarisation prises sur les deux liquides lés mieux étudiés en ce qui concerne la diffusion moléculaire : le benzène et l'éther éthylique, ont conduit l'auteur aux lois suivantes :

1° Si l'on éclaire le liquide avec différentes radiations N, N'... toutes les raies secondaires $N-n_1$, $N'-n_1$..., relatives à une même diminution de fréquence, ont même dépolarisation.

2° Cette dépolorisation varie d'ailleurs dans de larges limites suivant la diminution de fréquence considérée; elle peut être inférieure (ou supérieure) à la dépolarisation des radiations diffusées sans changement de longueur d'onde.

CHIMIE PHYSIQUE. — *W. Broniewski* et *B. Hackiewiecz* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur la structure des alliages cuivre-étain.**

La structure des alliages cuivre-étain est bien plus simple à la température ordinaire qu'au solidus. La solution solide de l'étain dans le cuivre 7 p. 100 atomiques, alors que celle du cuivre dans l'étain paraît inférieure à 1 p. 100. Le composé Cu^3Sn^2 dissout environ 1 p. 100 atomique de cuivre et 5 p. 100 d'étain; Cu^3Sn paraît dissoudre environ 1 p. 100 des deux métaux constituants, alors que Cu^4Su ne forme que des mélanges.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Ch. Courtot* (prés. par M. Charles Moureu). — **Condensation du chloroindane avec les phénols.**

La condensation de l'α-chloroindane avec les phénols peut se faire soit en milieu benzénique, soit en milieu éthéré, ou bien encore sans l'intermédiaire du solvant, à 15° à température ordinaire, sous pression normale ou sous vide : on est conduit à l'indanylphénol, comme dans le cas de la chloroindane réagissant, soit sur le phénate de sodium anhydre, soit sur le phénate bromomagnésien $C^6H^5 - OMg\,Br$. A côté de l'indanylphénol, il se forme, tant dans la condensation du chloroindane avec le phénol libre qu'avec les phénates, de l'éther-oxyde d'indanyle et de phényl, liquide visqueux bouillant à 185-190° sous 9^{mm}. et qui fournit les mêmes chiffres à l'analyse que l'indanylphénol.

— *Bourguel* et *Rambaud* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur l'influence catalytique des ions H dans la déshydratation interne d'un γ-glycol cis-éthylénique au sein de l'eau.**

Les auteurs montrent qu'on peut définir l'action catalytique d'un milieu acide par le coefficient K. On constate alors, en faisant varier le degré d'acidité du milieu que l'effet catalytique n'est pas exactement proportionnel à la concentration en ions : il croît plus vite que cette concentration. Le rapport du coefficient K à la concentration des ions H croît de façon régulière quand cette concentration augmente.

En outre, ils ont mis en évidence une faible influence de la concentration en glycol. Ils ont constaté que la sensibilité du glycol aux ions H est considérablement plus grande au moment même où on le prépare.

CHIMIE DU SOL. — *R. Guillin* (prés. par M. A. Th. Schlœsing). — **Dissociation intégrale des silicates par l'acide carbonique et les acides humiques et réactions annexes.**

Quelle que soit la nature des terres humifères, qu'elles soient ou non calcaires, l'acide carbonique et les acides humiques peuvent provoquer la dissociation intégrale des roches avec élimination, d'abord de la potasse et de la soude, puis de la chaux et de la magnésie et enfin de l'alumine qui reste seule fixée aux acides humiques, l'oxyde de fer étant éliminé par réduction.

L. Franchet.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Ch. Nicolle, C. Mathis* et *Ch. Anderson.* — **Sur l'unicité des spirochètes récurrents du groupe Dutton.**

Des expériences parallèles, poursuivies dans les Instituts Pasteur de Tunis et de Dakar, prouvent l'unicité du spirochète récurrent de la fièvre des tiques du centre de l'Afrique, le spirochète de Dutton, quels que soient les pays d'origine, les vertébrés atteints et, sans doute, les invertébrés transmetteurs.

GÉOLOGIE. — *J. Harroy* et *A. Brichant.* — **Sur la découverte d'un bassin houiller au Maroc oriental.**

Il s'agit là d'un véritable bassin houiller contenant une série de couches de charbon suffisamment important pour présager de l'avenir industriel de ce bassin. Le Dinantien repose en concordance parfaite sur des schistes à Gonatites qui, selon les auteurs, représentent le Dévonien.

— *Mareel E. Denaeyer.* — **Esquisse géologique de l'Afrique équatoriale française du Cameroun et des régions voisines.**

L'auteur esquisse dans cette Note la méthode qu'il a adoptée dans l'étude de ces régions ainsi que leur structure géologique.

D'épaisses formations sédimentaires généralement horizontales s'étendent, en le dissimulant sur de grands espaces, sur le socle granito-gneissique et schisto-cristallin fortement plissé (probablement anté-cambrien) du Continent de Gondwana.

— *L. W. Collet, R. Perret, M. Billings* et *M^lle R. A. Doggett* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur la présence du Cristallin du Massif des Aiguilles Rouges dans le Cirque du Fer à Cheval (Hautes-Alpes calcaires de Sixt, Haute-Savoie.**

Dans le Cirque du Fer à Cheval, sous la Nappe de Morcles, on voit reparaître le soubassement hercynien et une partie de sa couverture sédimentaire. Le contact entre les quartzites du Trias et les micaschistes est mécanique, car ces derniers ne sont pas verticaux mais horizontaux. Il y a donc eu un phénomène de décollement et de traînage entre le Cristallin et les quartzites du Trias.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *R. Combes* (prés. par M. M. Molliard). — **Étude critique de la méthode de Sachs appliquée à la mesure des migrations de substances.**

L'auteur montre, au moyen d'expériences, qu'aux causes d'erreur signalées par Brown, Escombe et Thoday, s'en ajoute une autre, qui rend la méthode de Sachs inutilisable dans l'étude des migrations de substances.

— *L. Maume* et *J. Dulac* (prés. par M. Molliard). — **Sur l'antagonisme positif, nul et négatif des mélanges binaires d'électrolytes à l'égard des végétaux.**

Les auteurs ont poursuivi l'examen de la toxicité des

mélanges binaires d'électrolytes à l'égard du blé au début de sa végétation. Quelques exemples illustrent les trois catégories d'antagonisme que l'on peut rencontrer par le mélange de deux solutions qui, séparées, sont également toxiques.

Dans le cas d'antagonisme nul, le mélange conserve pour différentes proportions la même toxicité et le même équilibre ionique. Dans l'antagonisme positif, il s'ensuit un recul de la dissociation amenant une diminution de la pression des ions au contact de la racine. En cas d'antagonisme négatif, la plus grande dissociation des électrolytes, après mélange, a pour résultat une augmentation de la pression, des ions dans la solution et, par suite, une augmentation de la toxicité.

AGRICULTURE COLONIALE. — *André Piétallu* et *A. Balachowsky* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Utilisation de la chloropicrine contre les cochenilles nuisibles aux orangers ou aux dattiers.**

La chloropicrine, employée en fumigations, tue les principales cochenilles nuisibles, aux doses de 15 gr. et 20 gr. par mètre cube.

Pour les Aurantaicées, le traitement doit être effectuée après la récolte et avant la floraison (janvier à mars), car les vapeurs de chloropicrine attaquent malgré tout les jeunes pousses tendres et les fleurs qui apparaissent chez ces végétaux, au tout premier printemps.

En ce qui concerne les jeunes dattiers, l'opération doit se faire aussi de préférence en hiver, entre la période qui sépare la récolte de la floraison (septembre à avril).

ÉLECTRICITÉ PHYSIOLOGIQUE. — *Philippe Fabre* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur l'inefficacité des courants continus prolongés dans l'excitation neuro-musculaire.**

L'expérience prouve que les applications prolongées de courant diminuent la résistance des membranes vivantes et, par suite, font baisser leur charge (courbes de Strohl). La charge des membranes diminue donc à partir d'une certaine durée de passage qui dépend de leur état physiologique et de l'intensité utilisée. Il y a, pour chaque intensité de courant, un maximum de substance transformée.

La courbe théorique pour toutes les durées, des plus brèves aux plus longues, présente la forme d'un S allongé dont l'inflexion médiané répond au segment rectiligne de Weiss.

PHARMACODYNAMIE. — *René Hazard* et *Mlle Jeanne Lévy* (prés. par M. A. Desgrez). — **Action cardiovasculaire de la semicarbazone de la tropinone et des oximes de la tropinone et de la pseudopelletiérine.**

Lorsqu'on injecte la semicarbazone sous forme de chlorhydrate par la voie intraveineuse, chez le Chien, tout se passe comme si les propriétés cardiovasculaires de la tropinome étaient, comme celles de la pseudopelletiérine, considérablement renforcées par le blocage de la fonction cétone par la semicarbazide.

On observe des effets opposés lorsque le blocage est effectué par la combinaison de ces cétones avec l'hydroxylamine.

MICROBIOLOGIE. — *A. Paillot* (prés. par M. P. Marchal). — **Sur la gattine amicrobienne expérimentale et sur le rôle des substances cytotoxiques intestinales dans l'épidémiologie de la gattine et de la flacherie vraie.**

La gattine est une maladie extrêmement contagieuse et cette contagion est assurée bien plus par les produits cytotoxiques du contenu intestinal que par les Streptocoques eux-mêmes. L'infection microbienne intestinale joue vraisemblablement aussi un rôle important à l'origine des épidémies de gattine ou de flacherie vraie; elle est enfin une cause d'aggravation des conditions épidémiologiques de ces maladies, puisqu'elle contribue directement à accroître la quantité des substances cytotoxiques mises en liberté avec les déjections des Vers à soie.

BACTÉRIOLOGIE. — *Moycho* (prés. par M. Molliard). — **Sur l'action des enzymes protéolytiques bactériennes ; influence du pH sur la protéolyse.**

Dans les milieux acides (pH = 4), l'enzyme protéolytique du *Bac. pyocyaneus* n'agit pas sur la gélatine, tandis que l'enzyme de *Bac. prodigiosus* agit à peine; avec la diminution de l'acidité, l'action protéolytique augmente, atteint le maximum près de pH =, après quoi elle diminue.

La différence entre ces deux enzymes consiste dans l'étendue plus large de l'activité de l'enzyme protéolytique de *B. prodigiosus* dans les milieux acides.

La marche de la courbe indique que l'optimum de l'action de l'enzyme protéolytique de *B. pyocyaneus* et de *B. prodigiosus* sur la gélatine se trouve près de pH = 8, ce qui indiquerait à son tour le caractère tryptosique des enzymes protéolytiques envisagées.

SÉROLOGIE. — *R. Douris* et *J. Beck* (prés. par M. d'Arsonval). — **Réaction simple de différenciation des sérums normaux et syphilitiques à l'aide de colloïdes organiques.**

Le mode opératoire consiste à mélanger soigneusement dans un tube de verre oc.c.5 de sérum avec la même quantité d'une solution d'oléate de sodium à 2 pour 100 et d'une solution d'acide phosporique à 1/250.

L'observation du contenu des tubes à réaction et témoin doit être faite à la hauteur de l'œil dans les cinq premières minutes qui suivent le mélange final. Dans ces conditions, on observe un trouble intense dans les tubes à réaction contenant des sérums syphilitiques, les tubes témoins demeurant transparents.

HISTOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Y. Manouélian* et *J. Viala* (prés. par M. Roux). — **Cellules nerveuses et virulence du pneumogastrique dans la rage canine.**

Il ressort des recherches des auteurs que, inoculer le bout supérieur du pneumogastrique c'est inoculer surtout une position du ganglion plexiforme, comme inoculer le bout inférieur revient à inoculer des amas de neurones sympathiques. Dans les deux cas, la virulence du nerf est due à la présence de neurones infectés. Et si certaines portions du nerf se montrent avirulentes, c'est parce qu'elles sont dépourvues de neurones, seuls vecteurs du parasite de la rage.

MÉDECINE. — *Bordier* (prés. par M. d'Arsonval). — **Une nouvelle application des courants de haute fréquence : la d'Arsonvalisation médicamenteuse.**

La d'Arsonvalisation médicamenteuse peut se pratiquer soit au moyen d'une électrode à vide (genre Mac Intyre), soit au moyen d'une électrode condensatrice à filigrane d'argent (genre Oudin). Mais ces électrodes doivent être convenablement modifiées : dans ce but, l'auteur a fait construire une électrode spéciale de chaque catégorie dont la partie active est constituée par une cupule de verre soudée à l'extrémité de l'électrode. C'est dans cette cupule qu'on place la substance médicamenteuse dont un tampon de coton est imbibé.

L'absorption de la substance médicamenteuse se fait sous décomposition de la molécule; c'est à la vasodilatation intense produite par l'échauffement qu'est due l'absorption.

P. Guérin.

Séance du 22 octobre 1928.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *L. Chisholm Young.* — **Changement de variable dans les intégrales simples absolument convergentes.**

— *Fr. Wolf* (prés. par M. Hadamard). — **Théorème d'unicité des séries trigonométriques représentant des fonctions pseudo-périodiques.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Delloue* (prés. par M. Goursat). — **Sur les lignes de courbure passant par un ombilic.**

HYDRODYNAMIQUE. — *Grialou.* — **Mouvement rotationel des liquides non parfaits avec régime permanent.**

AVIATION. — *Mokrzycki* (prés. par M. Rateau). — **Détermination des caractéristiques d'un avion en vol basée sur la consommation d'essence.**

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *L. Goldstein* (prés. par *M.* de Broglie). — **Sur les passages provoqués dans la mécanique ondulatoire.**

ÉLECTRICITÉ. — *R. de Mallemann* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur le champ interne de polarisation.**

ASTRONOMIE. — *N. Stoyko* (prés. par M. Bigourdan). — **De l'influence des équations personnelles sur la détermination de l'heure par la lunette méridienne, avec micromètre impersonnel.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Ch. Fabry.* — **Sur le rôle des atmosphères dans les occultations d'étoiles par les planètes.**

— *G. Bigourdan.* — **Description d'une forme nouvelle de chercheur de comètes.**

Le nouveau chercheur proposé a été réalisé sur le principe suivant : la lunette maintenue sensiblement verticale vise le nadir et peut tourner sur elle-même autour de son axe optique OF (O = objectif; F = foyer). Au-dessous de l'objectif O est un miroir plan *m* solidaire de la lunette, mais pouvant tourner autour d'un axe horizontal AB invariablement lié à la lunette, de sorte qu'il peut présenter successivement à l'objectif tous les points d'une même verticale : comme la lunette en tournant simplement sur elle-même, vise successivement tous les points d'un cercle horizontal, l'œil placé en F peut voir sans se déplacer, tel point que l'on veut du ciel; en outre le corps de l'observateur peut aussi rester absolument immobile, et l'instrument ne demande aucun contre-poids.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *Maurice de Broglie.* — **Remarques sur la structure fine de l'effet Compton.**

Si les conclusions émises récemment par M. Bergen Davis (*Phys. Rev.*, septembre 1928) étaient confirmées, le fait qu'il y a extraction d'un électron à l'anneau K montre que ν doit être supérieur à ν_K et qu'en augmentant la fréquence, chaque fois que l'on traverse une fréquence de discontinuité de l'atome diffuseur, il apparaît une possibilité nouvelle de diffusion. Le fond contenu diffusé sous l'influence d'un faisceau excitateur contenant toutes les longueurs d'onde doit donc présenter des bandes et, dans la courbe reliant l'absorption totale d'un élément à la longueur d'onde, une partie des ressauts d'absorption doit être attribuée à la diffusion.

PHOTOCHIMIE. — *J. Perrin* et *Mlle Choucroun.* — **Vitesse des réactions photochimiques.**

Les expériences ont été réalisées suivant la technique décrite antérieurement par Mlle Choucroun, sur deux réactions photochimiques faisant intervenir des réactifs pratiquement non fluorescents : 1° Oxydation à l'air de carmin d'indigo dans l'oxalate d'ammonium sous l'action de lumière violette. La vitesse de décoloration a été la même pour des masses égales aux concentrations variant de 1 p. 100 à 1 p. 20.000. C'est la loi d'action de masse.

2° Oxydation de l'hélianthine dans l'acide oxalique puis dans l'oxalate d'ammonium (où elle est plus lente). La loi d'action de masse est également applicable, dans un domaine de concentration où elle ne l'est pas du tout, quand la solution a un pouvoir fluorescent notable et que par suite, la vie moyenne dans l'état activé dépend beaucoup de la concentration.

THERMODYNAMIQUE. — *J. Duclair* et *J. Villey.* — **Sur le diagramme thermodynamique du système Rochefort.**

La démonstration est faite à l'aide d'un graphique.

COLLOÏDES. — *N. Marinesco* (prés. par M. J. Perrin). — **Propriétés diélectriques et structure des colloïdes hydrophiles.**

L'auteur a étudié trois colloïdes hydrophiles : méthémoglobine, amidon soluble et gomme arabique, en utilisant une longueur d'onde de 6 m. 50. Les résultats, exposés dans un tableau montrent que le milieu dispersant joue un rôle capital dans la structure de la micelle hydrophile qui est constituée dans la plus grande partie par de l'eau comprimée par attraction diélectrique. Dans le cas de la méthémoglobine, où l'on connaît le poids moléculaire moyen, on trouve pour l'épaisseur de la périsphère d'eau 70.10^{-8} cm. tandis que le noyau de la micelle a un rayon égale à 27.10^{-8} cm.

FLUORESCENCE. — *P. Soleillet* (prés. par M. J. Perrin). — **Polarisation des radiations de résonance du zinc.**

Les expériences ont montré que lorsque le champ magnétique est dans la direction du faisceau excitateur, la polarisation est variable avec la tension de la vapeur. Lorsque le champ magnétique est dans la direction du faisceau observé, la polarisation est nulle sauf quand on approche de la compensation des champs dans cette direction.

Dans la polarisation de la lumière émise par la deuxième radiation de résonance du zinc de longueur d'onde $\lambda = 2139$ ($1^1S_0 - 2^1P_1$), on a observé, dans le cas d'un champ dans la direction de la lumière excitatrice non polarisée, une polarisation supérieure de 50 p. 100, mais non totale.

RADIOACTIVITÉ. — *A. Nodon* et *G. Cuvier* (prés. par M. Brandly). — **Recherches sur la radioactivité des vins.**

M. Nodon avait signalé la radioactivité des cellules végétales. Partant de là, les auteurs ont cherché à déterminer la radioactivité des substances alimentaires. Les recherches effectuées, avec l'électromètre Nodon, sur des vins rouges et des vins blancs ont montré que les vins présentent une radioactivité variable suivant la nature des crus et les années de récolte. Dans les échantillons examinés la radioactivité était comprise entre le 1/10 et le 1/100 de l'uranium. Elle est du même ordre de grandeur que celle de certaines eaux thermales de la région pyrénéenne.

CHIMIE PHYSIQUE. — *J. Errera* (prés. par M. G. Bertrand). — **Les associations moléculaires. Relations entre la tension de vapeur des mélanges liquides binaires et la polarité des molécules des constituants.**

Lorsque l'azéotropisme est négatif, ou la courbe des tensions de vapeur concave, les deux composants sont toujours polaires ou partiellement ionisés. Lorsque les deux composants sont non polaires, ou l'un des composants polaires et l'autre non polaire, la courbe des tensions de vapeur, si elle n'est pas une droite, ne peut être qu'une courbe convexe et l'azéotropisme, s'il existe est positif.

Dans les mesures de la polorisation et de la tension de vapeurs, l'élévation de température a un effet analogue : l'agitation thermique augmentant, les forces d'association

diminuent : les courbes tendent à se rapprocher de la ligne droite.

CHIMIE ORGANIQUE. — *R. Levaillant* (transm. par M. Urbain). — **Préparation d'éthers sulfuriques neutres**

Utilisant une méthode qu'il a indiquée précédemment (*C. R.*, 187, 1928, p. 234), l'auteur a obtenu le sulfate neutre de *n*-propyle $SO^4(CH^2CH^2CH^3)^2$ et le sulfate neutre de β-chloréthyle $SO^4(CH^2CH^2Cl)^2$ à partir des chlorosulfonates correspondants. L. FRANCHET.

GÉOLOGIE. — *N. Metchnikoff.* — **Sur l'âge des grès d'Ougarta (Sahara occidental).**

Les grès d'Ougarta ont une épaisseur de plus de 1000 m. et reposent en concordance sur des coulées de rhyolites qu'on voit apparaître sur les axes érodés des anticlinaux. Ces grès supportent en parfaite concordance quelques mètres de schistes carburés à graptolithes, où l'on trouve, à côté des monograptidés un grand nombre de *Climacograptus*.

Tout oblige à considérer ces grès comme immédiatement antérieurs au Gothlandien. Comme d'autre part le Cambrien est inconnu au Sahara, il est probable que toute la masse des grès d'Ougarta représente l'Ordovicien.

— *A. Rivière* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur la prolongation en Italie des accidents pyrénéo-provençaux de l'est des Alpes-Maritimes.**

L'auteur a pu étudier le prolongement vers l'Est des accidents pyrénéo-provençaux qu'il a décrits dans leur partie française. En territoire italien, une grande masse sénonienne, reconnue depuis longtemps, occupe la région où l'on devrait trouver la prolongation de ce régime. Vu de la rive italienne du ravin frontière de Croa, ce Sénonien se présente comme un véritable mur d'environ 1 km. de haut couronné par une corniche de calcaires nummulitiques. Au sein de cette falaise disparaissent les accidents pyrénéo-provençaux décrits en territoire français.

A quelque distance vers l'Est, ce Nummulitique est recouvert en contact anormal par du *Flysch à helminthoïdes* qui présente des replis très compliqués et dont la direction d'axe coïncide fréquemment avec celle des accidents pyrénéo-provençaux.

PHYSIOLOGIE. — *Auguste Lumière* et *Mme Malespine* (prés. par M. Roux). — **Protection contre les chocs anaphylactoïdes au moyen de l'hyposulfite de magnésium.**

L'hyposulfite de magnésium peut préserver complètement des chocs anaphylactoïdes lorsqu'il est mélangé à la dose déchaînante. La protection est moins efficace quand la solution magnésienne est injectée immédiatement avec le précipité.

Les accidents anaphylactoïdes étant déclenchés, il est encore possible de les faire cesser, à la condition de faire agir l'hyposulfite de magnésium d'une manière suffisamment précoce.

HISTOPHYSIOLOGIE. — *A. Policard* (prés. par M. F. Mesnil). — **Sur les variations de rétraction thermique montrées par les diverses régions du cartilage d'ossification.**

La rupture, à une température relativement basse, des cloisons transversales séparant les cellules cartilagineuses hypertrophiées parle en faveur de l'hypothèse qui explique l'ouverture des cavités de ces cellules hypertrophiées plutôt par un déchirure suivie de rétraction que par une chondrolyse progressive.

On doit aussi retenir l'absence de rétraction longitudinale au niveau des travées directrices, qui sont cependant capables de rétraction transversale.

P. GUÉRIN.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — *Prix pour* 1928 (1re *liste*). — ANATOMIE et ZOOLOGIE. — Prix Cuvier (1.500 fr.) : M. Louis Boutan, professeur à la Faculté des Sciences d'Alger. — Prix Savigny (1.500 fr.) : M. Jean-Louis Dantan, professeur à la Faculté des sciences d'Alger. — Prix Jean-Thore (1.000 fr.) : M. Etienne Hubault, inspecteur des eaux et forêts.

ASTRONOMIE. — Prix Lalande (1.000 fr.) : M. Bernard Lyot, astronome assistant à l'observatoire de Meudon. — Prix Waltz (1.000 fr.) : M. Georges van Biesbroeck, professeur d'astronomie à l'Université de Chicago. — Médaille Janssen : M. William Wright, astronome à l'Observatoire Lick.

BOTANIQUE. — Prix Desmazières (1.600 fr.) : M. Léonidas Grigoraki, assistant au laboratoire de parasitologie de la Faculté de médecine de Lyon. — Prix Montagne (1.500 francs) : M. Roger Werner, assistant de botanique à la Faculté des sciences de Strasbourg. — Prix de Coincy : prix de 1.000 fr. à Mlle Gabrielle Bonne, docteur ès-sciences.

CHIMIE. — Prix Montyon des Arts insalubres (2.500 francs) : Mme Mélanie Rosenblatt, assistant à l'Institut Pasteur. — Prix Jecker (10.000 fr) : M. Victor Auger, professeur à la Faculté des sciences. — Prix L. Lacaze (10.000 francs) : M. Paul Pascal, professeur de chimie appliquée à la Faculté des sciences de Paris. — Fondation Cahours (3.000 fr.) : les arrérages à Mme Demassieux, assistant de chimie à la Faculté des Sciences. — Prix Houzeau (1.000 fr.) : M. Albert Portevin, ingénieur des Arts et Manufactures.

GÉOGRAPHIE. — Prix Delalande-Guérineau (1.000 fr.) : M. Paul Serre, consul de France, à Auckland. — Prix Gay (1.500 fr.) : M. Henri Gaussen, chargé d'un cours complémentaire à la Faculté des Sciences de Toulouse. — Fondation Tchihatchef (3.000 fr.) : les arrérages à M. Eugène Poilane, attaché au service forestier de l'Indochine. — Prix Binoux : prix de 1.000 fr. à M. Carlos Ibanez de Ibero, ingénieur; prix de 1.000 fr. à M. Paul Soulier.

MATHÉMATIQUES. — Prix Poncelet (2.000 fr.) : M. Gaston Julia, professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

MÉCANIQUE. — Prix Montyon (1.500 fr.) : M. Filippo Burzie, ingénieur et professeur à l'Ecole polytechnique et à l'Académie militaire de Turin.

MÉDECINE ET CHIRURGIE. — Prix Montyon : prix de 2.500 fr. à MM. Maurice Chiray, professeur agrégé, et Pavel, assistant, à la Faculté de médecine de Bucarest; prix de 2.500 fr. à M. Edmond Papin, chirurgien de l'hôpital Saint-Joseph; prix de 2.500 fr. à M. Gustave Vorms, professeur au Val-de-Grâce, mention honorable de 1.500 fr. à M. Albert Berthelot, chef de laboratoire de l'Institut Pasteur, à M. Gaston Ramon, directeur de l'Institut Pasteur de Garches, et à Mlle Germaine Amoureux, préparateur à l'Institut Pasteur; mention honorable de 1.500 fr. à MM. Charles Foix et Julien-Marie; mention honorable de 1.500 fr. à MM. Edouard Schoull et Louis Weller. — Prix Barbier (2.000 fr.) : MM. Joseph Belot, médecin électroradiologiste adjoint de l'hôpital Saint-Louis, et François Lepennetier, médecin électroradiologiste adjoint à l'hôpital Saint-Louis. — Prix Bréant : prix de 3.000 fr. à M. George Blanc, directeur de l'Institut Pasteur d'Athènes; prix de 2.000 fr. à M. Edouard Rist, médecin de l'hôpital Laënnec. — Prix Godard (1.000 fr.) : M. Paul Bordas, interne des hôpitaux.

— Prix Bellion (1.400 fr.) : M. Noël Fiessinger, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris. — Prix Larrey (1.000 fr.) : M. Antony Rodiet, médecin en chef des asiles d'aliénés de la Seine, et Fribourg-Blanc, médecin chef du centre psychiâtrique du Val-de-Grâce.

Minéralogie et géologie. — Prix Victor-Raulin (1.500 francs) : M. Jean Orcel, assistant au Muséum. — Prix James Hall (1.000 fr.) : M. Jean Piveteau.

Navigation. — Prix du Ministère de la Marine (6.000 francs) : MM. Dieudonné Costes et Joseph-Marie Le Brix.

Prix généraux. — Fondation de Mme Victor Noury : prix de 4.000 francs à M. Fernand Blondel, directeur du service géologique de l'Indochine; prix de 3.000 fr. à M. Lucien Klotz. — Fondation Bouchard (5.000 fr.) : M. Constantin Toumanoff, licencié ès-sciences.

Fondation Segner : prix de 4.000 francs à M. Maurice Vèzes, professeur honoraire à la Faculté des sciences de Bordeaux.

Fondation Jérôme Ponti : prix de 3.500 francs à M. Pierre Cappe de Baillon.

Fondation Henri-Becquerel : prix de 3.000 fr. à M. Paul Lévy, professeur à l'Ecole polytechnique.

Fondation Loutreuil « subventions » : 11.000 francs à la bibliothèque du Muséum; 12.000 francs à la bibliothèque de l'Ecole polytechnique; 2.000 fr. à M. Nicolas, directeur de l'Ecole nationale vétérinaire d'Alfort; 4.000 francs à M. Maignon, professeur à l'Ecole nationale vétérinaire d'Alfort; 4.000 francs à la bibliothèque de l'Ecole vétérinaire de Lyon; 4.000 francs à la bibliothèque de l'Ecole nationale vétérinaire de Toulouse; 4.000 francs à la bibliothèque de l'Institut national agronomique; 3.000 francs au professeur Paul Nottin; 5.000 francs à M. Léon Guillet, professeur au Conservatoire des arts et métiers; 4.000 fr. à la biblitohèque du Conservatoire national des Arts et Métiers; 5.000 francs à M. Jeannel, directeur du vivarium du Muséum; 5.000 francs au docteur Louis Bazy; 5.000 francs à Mme Yves Delage; 1.000 francs à M. Edouard Doublet; 2.000 francs à M. Henri Douvillé, de l'Académie des Sciences; 5.000 francs à la Faune des colonies françaises; 2.000 francs à M. Gaston Fayet, directeur de l'Observatoire de Nice; 5.000 francs à la publication des matériaux recueillis par le « Travailleur » et le « Talisman »; 6.000 fr. à M. Henri Humbert, docteur ès-sciences; 3.000 francs à l'Institut d'optique; 8.000 fr. à M. Jean Mascart, directeur de l'Observatoire de Lyon; 5.000 fr. à l'Observatoire de Zo-Sé; 4.000 fr. à M. Jean Piveteau, docteur ès-sciences; 8.000 fr. à M. J. Risbec, professeur au collège La Pérouse, à Nouméa.

Académie de Médecine. — L'académie a élu deux associés nationaux : M. Devé, Professeur de clinique médicale à l'Ecole de Médecine de Rouen et M. Hédon, Professeur de physiologie à la Faculté de médecine de Montpellier.

Prix Nobel. — Le Prix Nobel de Médecine, pour 1928, a été décerné au Professeur Charles Nicolle, Directeur de l'Institut Pasteur, pour ses travaux sur le typhus. Son œuvre en vaccinothérapie est considérable.

Le Prix de Chimie, pour 1927, a été décerné au Professeur Henrich Wieland, de l'Université de Munich, et celui de 1928 au Professeur Adolf Windaux, de l'Université de Gœttingue.

Le Prix de Physique, pour 1928, ne sera décerné qu'en 1929.

Société Royale de Londres. — La Royal Society vient d'accorder les récompenses suivantes :

Médaille Royale : 1° Professeur A. S. Eddington, pour ses contributions à l'Astrophysique; 2° Professeur R. Broom, pour ses travaux sur l'origine des mammifères.

Médaille Copley : Sir Charles Parsons, pour ses contributions à la science de l'ingénieur.

Médaille Rumford : Professeur F. Paschen, pour ses travaux relatifs à l'étude des spectres.

Médaille Davy : Professeur F. G. Donnan pour ses travaux relatifs à la chimie physique.

Médaille Darwin : Dr L. Cockayne, pour sa contribution à l'étude de la botanique écologique.

Médaille Sylvestre : Professeur W. H. Young, pour ses travaux sur la Théorie des fonctions d'une valeur réelle.

Médaille Hughes : Duc de Broglie, pour ses travaux sur les spectres des rayons X.

Centenaire du chimiste Schutzenberger. — Le centenaire de Schutzenberger, né à Strasbourg le 23 décembre 1829, mort le 26 juin 1897, sera célébré l'année prochaine. Les cérémonies prévues à Paris sont : une réunion dans le Grand amphithéâtre de la Sorbonne, une réception à l'Hôtel de Ville et l'inauguration d'un buste à l'Ecole de Physique et de Chimie industrielle de la Ville de Paris.

Les organisateurs voudraient aussi constituer un fonds permettant de créer soit une fondation ou un prix à l'Institut, soit des bourses Schutzenberger.

Les souscriptions sont reçues dans tous les comptoirs de la Banque de Franc eau nom du *Comité du Centenaire Schutzenberger.*

Association pour l'étude du Quaternaire européen. — Au cours d'une réunion internationale tenue à Copenhague en juin 1928 à l'occasion du 40e anniversaire de la fondation du Service Géologique de Danemark, de nombreux géologues spécialistes des questions relatives à la stratigraphie des terrains quaternaires ont fondé l'*Association pour l'étude du Quaternaire européen.*

L'activité de cette Association se manifestera principalement au cours de réunions d'études dans les différentes régions de l'Europe, réunions en faveur desquelles l'aide morale et financière des Administrations publiques sera sollicitée. La première réunion aura lieu vraisemblablement en 1930 en Angleterre. Entre les sessions, les secrétaires correspondants centraliseront les résultats des recherches récentes.

Peut devenir Membre de l'Association toute personne s'intéressant à la Géologie du Quaternaire européen. Il n'est pas actuellement prévu de cotisation.

Président du Comité d'organisation : M. V. Madsen, Directeur du Service Géologique de Danemark. — *Président de l'Association* (1928-1930) : M. H. Dewey, Géologue au Service Géologique d'Angleterre. — *Secrétaire Général* (1928-1930) : M. J. Nowak, Professeur de Paléontologie à l'Université de Cracovie. — *Secrétaire correspondant pour la France* (1928-1930) : M. G. Dubois, Professeur de Géologie et de Paléontologie à l'Université de Strasbourg.

Pour toute communication et demande de renseignements, s'adresser à M. G. Dubois, Laboratoire de Géologie, 1, rue Blessig, Strasbourg.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — Le Recteur est autorisé à accepter la donation faite par M. Baghos Nubar pacha :

1° D'une somme de 300.000 fr., qui sera affectée au fonds de réserve de la « Maison des étudiants arméniens », « Fondation Marie Nubar »;

2° D'une somme de 100.00 fr. qui lui servira de fonds de roulement;

3° Le bénéfice résultant pour l'Université de l'acte notarié par lequel M. Nubar pacha s'engage, aux clauses et conditions énoncées dans ledit acte, à faire édifier sur les terrains dont l'université est propriétaire à Paris, boulevard Jourdan, un immeuble d'une cinquantaine de chambres devant être exclusivement utilisé à loger :

a) Des étudiants arméniens ou d'origine arménienne sans distinction de nationalité ou de sujétion, inscrits dans un établissement d'enseignement supérieur, ledit terme étant interprété dans son sens le plus large;

b) A titre de réciprocité, dix étudiants français;

c) Au cas où les bénéficiaires figurant au paragraphe *a* ne seraient pas en nombre suffisant, des étudiants français;

d) Des professeurs ou savants arméniens venus à Paris pour y faire des recherches ou études complémentiares.
— *Faculté des sciences.* — M. Urbain, Professeur de Chimie minérale est nommé Professeur de Chimie générale, sur sa demande, en remplacement de M. Job, décédé.

— *Cité Universitaire.* — Les départements de la Nièvre, de Saône-et-Loire, de la Vendée, du Jura et de la Manche viennent de fonder des chambres à la Cité Universitaire, ce qui porte à 15 le nombre des départements qui se sont associés à cette œuvre: ce sont ceux du Finistère, Morbihan, Moselle, Sarthe, Somme, Seine-et-Oise, Basses-Alpes, Loiret, Jura, Manche, Territoire de Belfort, Saône-et-Loire, Nièvre et Vendée.

Muséum national d'Histoire Naturelle. — COURS DE PHYSIQUE APPLIQUÉE AUX SCIENCES NATURELLES. M. Jean Becquerel, Professeur, a ouvert son Cours le 9 novembre à 17 heures dans l'amphithéâtre de la Galerie de Minéralogie, 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire et le continuera les lundis, mercredis et vendredis à la même heure.

Le Professeur traitera de la Physique cosmique et de la Physique terrestre.

Conservatoire national des Arts et Métiers. — La Chaire d'hygiène et de physiologie du travail prend le nom de « Chaire de physiologie du travail, hygiène industrielle et orientation professionnelle.

— Les cours du soir se sont ouverts le 3 novembre. Ils ont lieu le soir à 20 heures et 21 heures et sont publics et gratuits. Peuvent se faire inscrire en vue de la délivrance d'une carte d'assiduité, les auditeurs désireux de se présenter aux examens de fin d'année. Les inscriptions sont reçues dès maintenant à la direction : 292, rue Saint-Martin.

Ecole du Génie rural. — Par arrêté du 30 octobre 1928, les élèves diplômés de l'Institut National Agronomique ne pourront être admis à l'Ecole supérieure du Génie rural en qualité d'élève ingénieur qu'autant qu'ils justifieront avoir été reconnus aptes au service armé.

Ils seront tenus d'effectuer leur service militaire actif après avoir satisfait aux examens de sortie de l'Ecole supérieure du Génie rural. Seuls seront dispensés de cette obligation les candidats qui, en raison de leur âge, ne pourront plus obtenir de sursis de l'autorité militaire.

Université de Bordeaux. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — M. Labat, Agrégé est nommé Professeur de Toxicologie et d'hygiène appliquée, en remplacement de M. Barthe, (Chaire vacante).

M. Bonnin, Agrégé, est nommé Professeur de médecine coloniale et clinique des maladies exotiques, en remplacement de M. Le Dantec, (Chaire vacante).

— *Station de Biologie, d'Arcachon.* — Par décret du 25 octobre 1928, sont affectés au Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, à l'effet d'y maintenir la Station de Biologie entretenue par la Société scientifique d'Arcachon, dans les conditions où cette Station fonctionne actuellement sous le contrôle de l'Université de Bordeaux, les terrains ci-après :

1° La surface de 1.240 mètres carrés 45 qui a fait l'objet des arrêtés préfectoraux des 23 août 1890, 6 juillet et 20 septembre 1901;

2° Une bande d'accès de 6 mètres de largeur au midi des terrains faisant l'objet de ces concessions, perpendiculairement à la rue du Débarcadère;

3° La surface du terrain sise à l'Ouest des concessions susvisées entre lesdites concessions et la rue du Débarcadère, y compris la parcelle dite jardin de l'Aquarium:

4° La surface servant actuellement de dépôt aux bouées, sise au Nord des précédentes jusqu'à la limite du domaine public maritime, tels que lesdits terrains, formant une superficie totale de 2.300 mètres carrés environ, figurant au plan annexé.

Université de Lille. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — M. Carrière, Professeur de clinique médicale infantile est nommé sur sa demande Professeur de clinique médicale en remplacement de M. Lemoine, (Chaire vacante).

M. Minet, Professeur de thérapeutique, est nommé sur sa demande Professeur de clinique médicale infantile en remplacement de M. Carrière.

Université de Rennes. — *Faculté des Sciences.* — M. Tison, Maître de Conférences de botanique est nommé Professeur de botanique, en remplacement de M. Lesage. (Chaire vacante).

Université de Lyon. — *Faculté des Sciences:* — Le titre de Professeur sans chaire est conféré à M. Lemarchand, Maître de Conférences de Chimie industrielle.

Université de Toulouse. — *Faculté de Sciences.* — M. Giran, Professeur de Chimie, est nommé pour 3 ans assesseur du Doyen.

Ecoles de Médecine et de Pharmacie. — *Amiens.* — M. le Dr Mercier est institué pour une période de 9 ans, chef des Travaux de Chimie.

Sont annulées les opérations du concours qui s'est ouvert le 27 juillet 1928, suivant, du 21 janvier 1928, en vue de pourvoir à un emploi de professeur suppléant de la Chaire de pathologie et clinique médicales à l'Ecole préparatoire. Un nouveau concours en vue de pourvoir audit emploi s'ouvrira le lundi 6 mai 1929 devant la Faculté mixte de médecine et de pharmacie de l'Université de Lille; le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours; seuls les candidats ayant pris part au concours annulé pourront se faire inscrire en vue du nouveau concours.

— *Limoges.* — M. de Léobardy, Professeur suppléant, est nommé Professeur de pathologie médicale et médecine expérimentale.

— *Reims.* — M. le Dr Quinquaud, préparateur au Collège de France est nommé Professeur de physiologie.

— *Rouen.* — M. Caillet, préparateur de physiologie au Collège de France est chargé, pour l'année scolaire, du cours de physiologie et de l'emploi de Chef des travaux de physiologie.

— *Tours.* — M. le Dr Roy est délégué, à dater du 1er novembre 1928 jusqu'à l'issue du concours qui doit avoir lieu le 25 janvier 1929, dans les fonctions de professeur suppléant des chaires de pathologie et clinique chirurgicales.

M. Thierry, ancien directeur, est nommé directeur honoraire.

Université de Glascow. — La désignation du recteur de l'Université de Glascow, qui a lieu tous les trois ans, n'est pas une question de nomination mais bien d'élection.

Le candidat local vient d'être battu pour l'honneur de diriger la grande institution d'enseignement supérieur par M. Stanley Baldwin, premier ministre de Grande-Bretagne.

Cette désignation donne toujours lieu à une véritable bataille entre les groupes politiques d'étudiants, qui luttent chacun pour gagner la priorité dans la salle de vote. Ajoutons que les munitions pour cette bataille sont des œufs et des fruits gâtés et des sacs de suie. (*Inf. un.*).

Princeton University (U. S.). — On annonce aux Etats-Unis un don magnifique. Mr. Thomas D. Jones de Chicago, ancien élève de Princeton University (Princeton, New Jersey) a donné à son Université 500.000 dollars (12 millions de francs) pour l'enseignement avancé et la recherche dans les sciences physiques et biologiques.

M! Jones et sa nièce ont déjà fondé quatres chaires de recherche à la même université : mathématiques, physiques, chimie, et physique-mathématiques.

Ecole de Médecine de Kasr el Aini (Egypte). — Le roi Fouad posera, le mois prochain, la première pierre de la nouvelle Ecole de Médecine et de l'hôpital de Kasr el Aini. La cérémonie marquera le centenaire de l'hôpital, et coïncidera avec le Congrès international de médecine tropicale.

On attend à ce Congrès 2.000 délégués de tous les pays du monde. Des préparatifs considérables sont faits. Les délégués seront reçus par le roi lui-même dans son palais d'Ahdin.

L'ancien hôpital et l'Ecole de médecine avaient été établis au bord du désert au nord du Caire par un chirurgien français, Clot Bey, au service de Mohamed Ali Pacha, le soldat albanais devenu maître de l'Egypte.

Le nouvel hôpital aura 126 professeurs et 800 étudiants; il comptera 700 lits. Il doit recevoir annuellement à peu près 18.000 hospitalisés, et 500.000 consultants.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Notions de chimie organique, par CHARLES MOUREU, membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine. *Neuvième édition.* In-8 de 657 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris.

Nous ne saurions nous permettre d'ajouter quoi que ce soit à tout le bien que les spécialistes les plus qualifiés ont dit de cet excellent ouvrage, mais il est cependant indispensable que nous signalions à nos lecteurs les heureuses et importantes modifications qui viennent d'y être apportées.

Toujours soucieux d'attirer à la recherche scientifique l'élite de la jeunesse française et de travailler en même temps au développement de notre industrie chimique, M. Moureu ne s'est pas contenté de mettre les diverses parties de son livre au courant des dernières acquisitions de la Science, il a voulu y ajouter quatre chapitres portant sur quelques-unes des branches les plus intéressantes de la Chimie Appliquée.

Depuis la cinquième édition de l'ouvrage, une remarquable étude des matières colorantes y figurait. Cette fois-ci ce sont les notions relatives aux matières colorantes, aux substances sapides, aux médicaments et aux matières explosives que l'auteur a résumées avec la même maîtrise. La chimie des parfums a fait des progrès considérables; en même temps qu'était précisée la composition de la plupart des huiles essentielles on a vu apparaître une multitude de produits odorants artificiels dont la réalisation a permis d'établir les rapports qui existent entre l'odeur et la structure moléculaire. Pour ce qui concerne l'influence de la constitution chimique sur la saveur des substances organiques nos connaissances sont infiniment moins avancées et sont bien loin de former un corps de doctrine, mais c'est justement parce qu'il y a là un champ largement ouvert aux chercheurs qu'il était utile d'exposer ce qui est acquis sur ce difficile sujet.

Les recherches qui ont permis de découvrir la constitution de nombreux produits pharmaceutiques d'origine végétale ou animale et celles qui ont abouti à la synthèse d'innombrables substances, dont certaines sont douées d'une activité supérieure à celle des principes naturels, nous ont fait connaître les relations que présentent la structure de certaines molécules et les effets de celles-ci sur l'organisme. Les données que nous possédons à cet égard sont maintenant assez précises pour guider les chercheurs, aussi est-il bien naturel que l'auteur n'ait pas consacré moins de quarante-sept pages à l'étude des médicaments organiques. Enfin un chapitre spécial traite des explosifs qu'on ne doit pas considérer au seul point de vue de l'art militaire, mais bien aussi pour leur utilisation dans les travaux qui se rapportent à l'art de l'ingénieur.

Avec l'étude des matières colorantes, ces nouveaux chapitres forment, à la fin de l'ouvrage, un ensemble de 132 pages d'un intérêt considérable puisque les plus belles applications des notions enseignées dans la première partie y sont passées en revue. Il faut être reconnaissant à l'auteur d'avoir pris la peine de rédiger un tel exposé. Les faits et les idées y sont présentés de telle manière que plus d'un jeune lecteur sentira s'éveiller en lui le désir de contribuer, à son tour, au progrès de la Science chimique et de travailler par cela même à augmenter la puissance et la richesse du pays.

Nous n'avons pas à recommander cette nouvelle édition aux élèves de nos Facultés et Ecoles techniques, car les *Notions fondamentales de Chimie organiques* sont devenues classiques et, depuis plus de vingt-cinq ans, des générations de chimistes y ont puisé les principes qui ont servi de base à toutes leurs études. Mis à jour et augmenté de très importants chapitres, le livre de M. Moureu est assuré d'être accueilli plus favorablement que jamais par tous ceux qui doivent aborder l'étude de la Chimie organique. Ce ne sont pas seulement les étudiants qui peuvent bénéficier de la lecture d'un tel ouvrage, mais bien quiconque éprouve le besoin de raviver des notions depuis longtemps perdues de vue ou de se mettre au courant des plus récents progrès de la synthèse organique. En outre, il est certains scientifiques à qui je me fais un devoir de conseiller l'étude des principes si clairement exposés par M. Moureu; ce sont les médecins et les biologistes et surtout parmi eux, les travailleurs des laboratoires. Ils savent que de nos jours la Chimie n'est plus pour les cliniciens ou les naturalistes une science accessoire, mais bien au contraire, une science fondamentale sur laquelle ils doivent à chaque instant s'appuyer. Comment se faire une idée juste des synthèses ou des désintégrations qu'effectue la cellule vivante, comment construire des hypothèses qui permettent d'aller de l'avant si l'on ne possède pas de notions précises sur la structure des molécules organiques et la nature des réactions par lesquelles ces molécules s'élaborent ou se simplifient?

Toutes ces notions, il leur sera facile, de les acquérir en parcourant l'ouvrage que nous leur recommandons, et dont le plan semble avoir été conçu à leur intention. En effet, les *Notions fondamentales de Chimie organique* ont été rédigées dans un esprit très général et l'auteur, ainsi qu'il l'écrit lui-même, s'est attaché « surtout à présenter des faits précis, reliés par des idées simples et nettes, de manière à éveiller la curiosité, à provoquer des réflexions et à stimuler l'imagination ». Ajoutons, enfin, que les cliniciens qui ont parfois quelque peine à saisir certaines expressions chimiques, certaines formules des travaux modernes de pharmacologie, de thérapeutique, de chimie biologique et de microbiologie, trouveront en ce volume un très précieux aide-mémoire.

A. BERTHELOT.

Thermodynamique et chimie, d'après la deuxième édition de l'ouvrage de PIERRE DUHEM, par A. BOUTARIC, Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon. In-8° de VI, 651 pages avec 181 figures. J. Hermann, éditeur, Parjs.

On sait tout ce que doit à Pierre Duhem la thermodynamique chimique. L'œuvre de ce théoricien est demeurée classique. Mais les traités qu'il a laissés sont antérieurs à l'immense essor de la physico-chimie depuis une vingtaine d'années, et ils restent naturellement muets sur un grand nombre de questions qu'il n'est plus permis aujourd'hui de passer sous silence.

Les livres de Duhem, purement et simplement réimprimés, risqueraient donc de marquer leur date par des omissions importantes. C'est ce qu'a pensé très judicieusement M. Boutaric, chargé par la famille Duhem de prendre l'initiative d'une nouvelle édition de « Leçons de Thermodynamique et de Chimie ». Ces leçons destinées aux chimistes avaient été rédigées en 1902, M. Boutaric, avec sa compétence habituelle, en a comblé les lacunes, à la fois par des additions dans le corps même du texte, et par l'inclusion de chapitres nouveaux. Les remaniements réalisés, qui laissent l'ouvrage homogène, suffisent pour lui faire reprendre le ton d'actualité nécessaire. Les étudiants le consulteront avec fruit, et sans nul doute, les chercheurs de la présente génération ne l'accueilleront pas avec moins d'empressement que leurs devanciers.

S. V.

Pour une coordination de l'effort scientifique dans la lutte contre les calamités, par Raoul MONTANDON (*Matériaux pour l'étude des calamités*. Mémoires hors série). In-8 de 118 pages. Société de Géographie, Genève, 1927.

L'Union internationale de Secours contre les calamités est due à l'initiative de M. Ciraolo, Président de la Société de la Croix-Rouge italienne qui, en 1912, lors de la X^e^ Conférence internationale de la Croix-Rouge, proposa la création d'un organisme spécial qui aurait pour mission d'intervenir soit pour porter directement, soit pour déclancher une assistance efficace, lorsque se produirait un de ces cataclysmes formidales qui émeuvent l'humanité tout entière.

Cette idée généreuse fit rapidement son chemin, des dénouements surgirent et parmi les hommes d'action qui cherchèrent à réaliser cette grande œuvre, il convient de citer particulièrement M. Raoul Montandon qui fut conduit à présenter à la Société de Géographie de Genève une *Carte mondiale de distribution géographique des calamités*, carte qui fut publiée par la *Revue internationale de la Croix-Rouge*. Mais il fallait un organe de diffusion qui fût en même temps un organe de documentation pour tous ceux que ne laissent pas indifférents les catastrophes qui surgissent sur le globe et qui anéantissent souvent des populations entières : le 15 février 1924 se fondait à Genève les *Matériaux pour l'étude des Calamités*, avec, comme Rédacteur en chef, M. Raoul Montandon.

Dans le Mémoire que nous présentons ici, M. Montandon expose d'une manière lumineuse les origines de l'œuvre, ses buts, les résultats déjà acquis. La définition qu'il en donne montre l'énormité de la tâche entreprise : « *Situer géographiquement les grands fléaux dont souffre l'humanité, en déterminer les causes, en étudier le retour accidentel ou périodique; chercher enfin les moyens les plus efficaces de les prévoir, de les éviter et de les combattre.*

Dans la deuxième partie de son Mémoire, l'auteur fait un exposé des grandes catastrophes signalées dans les années 1924, 1925 et 1926 : tremblements de terre, éruptions volcaniques, glissements de terrain et éboulements, inondations, cyclones, tornades et ouragans, sécheresse, raz de marée, incendies, famines, sauterelles. Des tableaux donnent les Statistiques pour tous les pays.

L'œuvre est encore à ses débuts, elle ne peut, actuellement, que se borner à recueillir des documents et à entrevoir un travail de coordination qui rendra productif l'effort entrepris.

Nous sommes en présence d'une grande Idée dont aucun gouvernement n'a le droit de se désintéresser.

L. FT.

Nouveaux parfums synthétiques, par R. M. GATTEFOSSÉ. *Deuxième édition*. In-8° de 243 pages. Desforges, Girardot et Cie, éditeurs, Paris.

Cet ouvrage est une monographie assez complète des produits organiques de synthèse les plus couramment employés en parfumerie. Elle est en quelque sorte le résumé d'une série d'études publiées par l'auteur et de nombreux collaborateurs dans la « Parfumerie moderne », l'intéressante revue bien connue des spécialistes. Elle rendra d'incontestables services aux chimistes organiciens qui débutent dans l'industrie des parfums, à un grand nombre de praticiens de la parfumerie désireux de connaître la nature et l'origine des produits qu'ils utilisent journellement, enfin aux étudiants qui voudront se rendre compte du rôle si important que joue la synthèse organique dans une de nos grandes industries nationales et compléter, pour certaines préparations, les notions souvent un peu sommaires des cours ou des manuels théoriques. A cet égard certaines synthèses comme celles de la vanilline et des muscs y sont l'objet de très grands développements. Il est à peine besoin de dire que ce livre intéressera certainement tous les esprits cultivés curieux de connaître une des branches les plus intéressantes de l'industrie chimique organique.

A. B.

L'hélice et l'avion de demain, par Maurice BLAIN. In-8° de 55 pages avec 12 figures. Desforges, Girardot et Cie, éditeurs à Paris.

M. Maurice Blain, l'inventeur d'une hélice nouvelle, nous conte ses démêlés avec les Services techniques de l'Aéronautique et nous expose les mérites de son invention, ainsi que ses théories sur les vents dominants, les cyclones et les tempêtes, ce qui le conduit à expliquer le monde, non par l'attraction mais par la répulsion universelle. Il s'agit, comme on le voit, d'une œuvre essentiellement originale.

ED. M.

Le Gérant : M. HÉDAN.

Imprimerie P. et A. DAVY, 52, rue Madame. Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 23 — 66e ANNÉE — 8 DÉCEMBRE 1928

LA TÉLÉMÉTRIE[1]

par Armand de GRAMONT
Docteur ès-Sciences
Président du Conseil de l'Institut d'Optique

Le télémètre est un appareil qui permet à un observateur placé en un point *quelconque*, de déterminer la distance d'un objet *quelconque* sur lequel on n'a aucune donnée précise. Par là, le télémètre se distingue d'autres instruments de mesure employés en géodésie ou ailleurs, lesquels supposent connue la dimension de l'objet visé ou l'altitude de l'observateur.

Les télémètres se présentent en général sous la forme d'un tube horizontal muni à ses deux extrémités de surfaces réfléchissantes qui prennent jour au moyen de fenêtres disposées dans le plan de triangulation : l'écart de ces fenêtres mesure la base du télémètre.

La forme extérieure du télémètre peut différer selon qu'il est employé à l'air libre, en tourelles ou derrière un écran de protection. En dehors du classique télémètre rectiligne, on a été amené à construire des appareils en U ou en T ; ces différents dispositifs entraînent des combinaisons de prismes particulières à chacun d'eux ; mais ce n'est pas sur leur forme extérieure que nous classerons les divers télémètres . le mode de mesure choisi caractérise plus nettement ces instruments ; ces modes de mesure peuvent être divisés en deux catégories, susceptibles chacune de variantes : la télémétrie à *coïncidence* et la télémétrie *stéréoscopique*. Le télémètre à coïncidence est le premier en date ; nous commencerons néanmoins par dire quelques mots de la méthode stéréoscopique, à cause de ses analogies avec les opérations visuelles que nous faisons dans la vie de chaque jour.

Nous savons tous ce que c'est que la vision binoculaire et comment elle permet de distinguer facilement les plans dans lesquels se trouvent les objets qui nous entourent, de nous rendre compte que l'un est plus éloigné ou plus rapproché que l'autre, sans du reste nous fournir le moyen de chiffrer cette différence.

La télémétrie stéréoscopique utilise la sensation de la vision binoculaire, augmente les différences de profondeur que présente le paysage et donne le moyen de fixer la distance du but avec précision.

Pour saisir le mécanisme de la télémétrie stéréoscopique à index mobile, supposons que nous disposions de deux repères identiques placés devant nous et qu'il soit possible d'amener respectivement ces repères sur chacun des rayons allant de nos yeux à l'objectif considéré. Si chaque œil aperçoit seulement le repère qui lui correspond, il arrivera, par une illusion d'optique facile à constater, que les deux repères seront fusionnés en un seul, lequel nous paraîtra être à la même distance que le but.

Si, au lieu de se trouver exactement sur les rayons allant de nos yeux au but, les repères

(1) Conférence faite à l'Ecole Supérieure de Perfectionnement Industriel le 4 juin 1928.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

étaient plus rapprochés l'un de l'autre, ils nous paraîtraient en avant du but ; plus écartés l'un de l'autre, ils sembleraient plus éloignés que le but.

Ainsi, puisqu'au contact de l'index et du but correspond un écart déterminé des deux repères, la valeur de cet écart, multiplié par un coefficient qui dépend de la distance des repères aux yeux de l'observateur, donne la distance cherchée de l'objet visé.

Ce dispositif simple permet la mesure des distances rapprochées.

Pour en augmenter la portée et la précision, nous écarterons nos deux points de vue en disposant aux extrémités d'un tube qui constitue la base du télémètre des surfaces réfléchissantes qui renverront vers nos yeux les deux images du but à télémétrer.

Ensuite, au lieu d'examiner à l'œil nu les deux images recueillies par la base, nous les observerons à travers deux lunettes grossissantes et la précision de nos mesures s'accroîtra en proportion du grossissement de ces lunettes.

Enfin, nous ne mesurerons pas directement l'écart des deux repères placés devant nos yeux, mais au moyen d'un système déviateur, nous déplacerons l'une des deux images pour l'amener sur le repère correspondant.

En somme, ce déviateur, qui est un prisme d'angle très aigu, est un *démultiplicateur* qui déplace de quelques fractions de millimètre l'image, tandis que le prisme lui-même a une course de plusieurs centimètres, et c'est ce déplacement du prisme qui servira à mesurer la distance du but.

Au point de vue physiologique, ces déplacements de l'une des images nous donnent la sensation que l'index se meut en profondeur, d'avant en arrière ou d'arrière en avant ; le contact stéréoscopique sera obtenu au moment où les deux repères coïncideront avec les deux images du but formées dans le plan focal commun des objectifs et des oculaires.

La figure 374 représente schématiquement les éléments optiques d'un télémètre stéréoscopique : deux équerres optiques situées aux extrémités de la base renvoient le rayon R issu du but, dans deux lunettes coudées composées des objectifs O, O', d'un jeu de prismes B et des oculaires C, C'.

Dans les plans focaux F, F' de chaque oculaire est placé un repère que l'observateur aperçoit au milieu du champ.

Après avoir orienté le télémètre de façon que l'image du but donnée par la lunette de gauche se forme sur le repère central, on fait agir sur

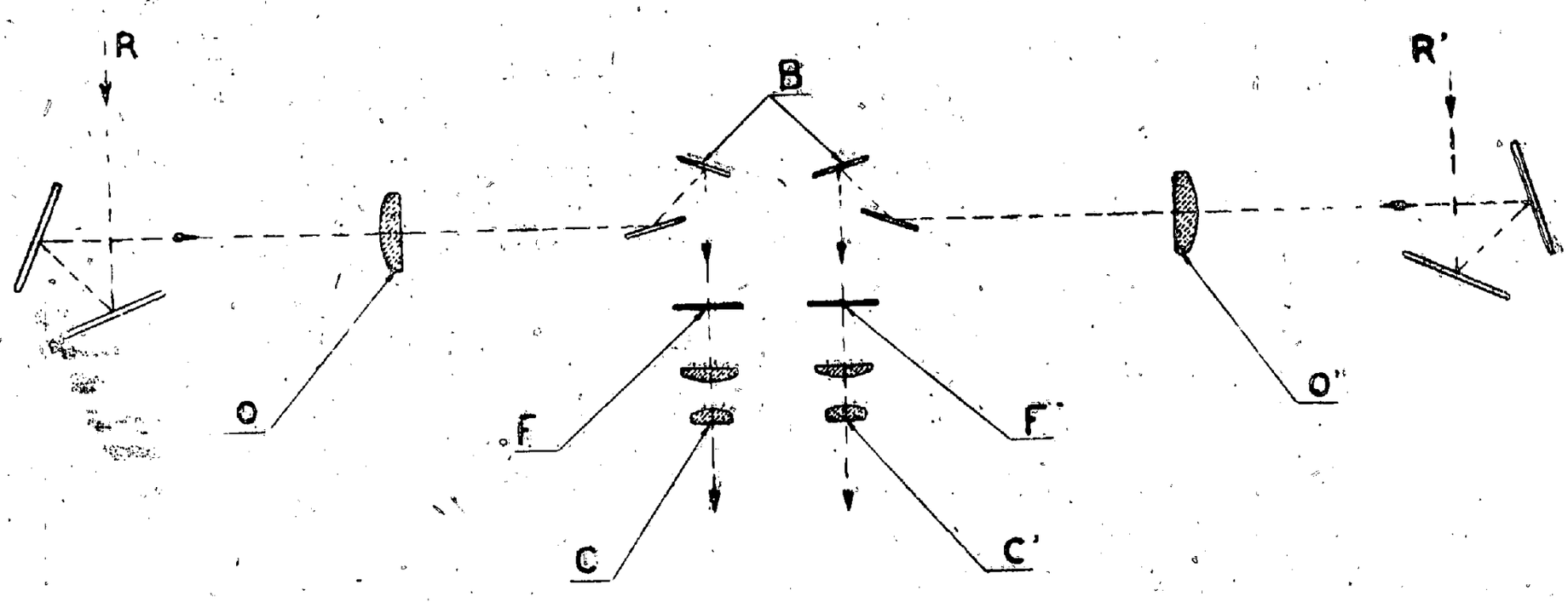


Fig. 374. — Schéma optique d'un télémètre stéréoscopique.

les images de la lunette de droite le système déviateur qui déplace celles-ci jusqu'à mener le but sur le repère correspondant ; le but semble alors être à la même distance que le micromètre. Le réticule peut d'ailleurs comprendre plusieurs index qui constituent dans l'espace une figure déterminée. D'une façon générale, si les images du but sont au même écartement que deux repères correspondants des réticules, le but semble être à la distance déterminée par ces deux repères.

*
* *

La méthode dite à *coïncidence* est plus ancienne et remonte à 1880. Elle a été appliquée pour la première fois, dans sa forme actuelle, par MM. Barr et Stroud.

Au lieu de faire appel aux procédés de la vision binoculaire, on ramène les deux images provenant des deux extrémités de la base devant l'œil droit de l'observateur. Chaque image inté-

resse la moitié du champ de l'appareil, lequel est divisé en deux parties par un diamètre horizontal ; on déplace la demi-image supérieure jusqu'à ce qu'elle rejoigne et complète la demi-image inférieure. Le résultat est satisfaisant si l'on dispose de lignes verticales, mâts, cheminées d'usines, poteaux télégraphiques, tours cylindriques, par exemple (fig. 375).

Il arrive que l'objectif observé ne remplisse pas cette condition, mais présente à son sommet une pointe ou un signe remarquable : un clocher d'église, par exemple, une branche

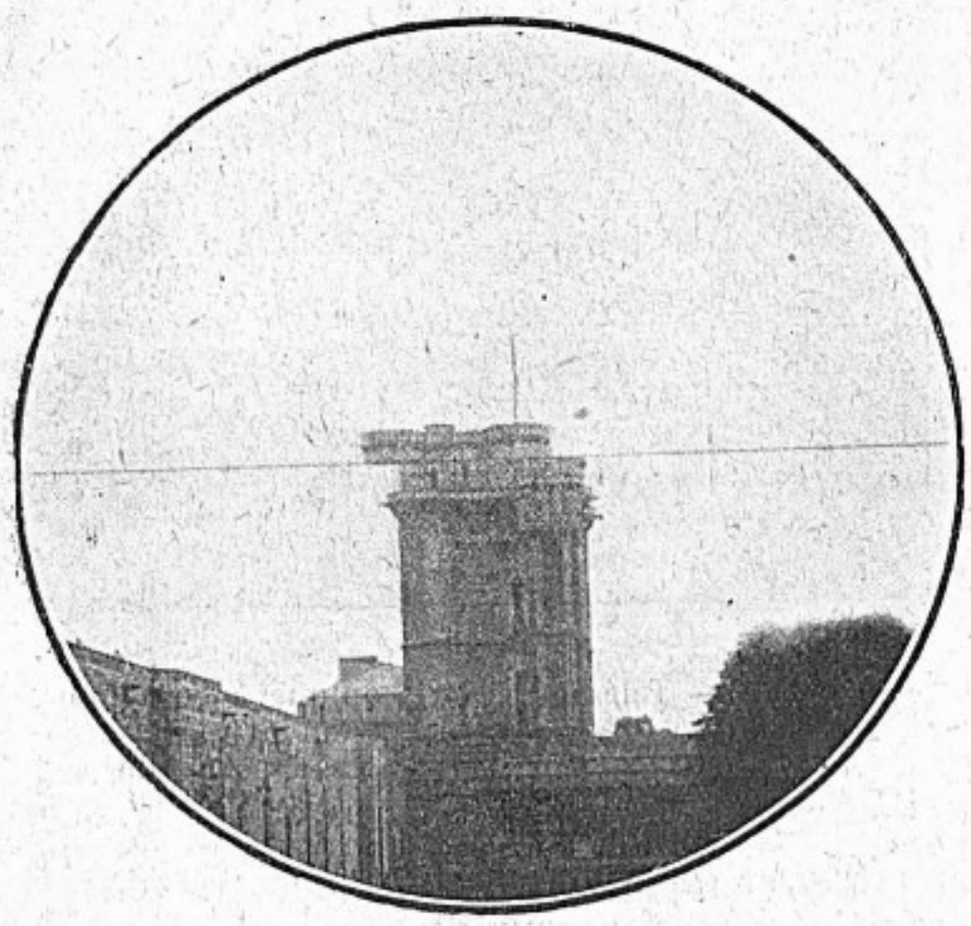


Fig. 375.
Télémètre à coïncidence : demi-champs droits.

émergeant au sommet d'un arbre. Dans ce cas, la tâche du télémétriste est rendue plus aisée par le renversement de l'image du champ supérieur (fig. 376). La mise en coïncidence s'opère alors sur le sommet du clocher ou de l'arbre, mais ce dispositif a l'inconvénient de diminuer de moitié le champ effectif de l'instrument et, d'autre part, si le point remarquable se trouve à la partie inférieure du but, comme c'est le cas, par exemple, pour un ballon captif ou pour un arbre dont le tronc est net dans sa partie inférieure, on a, à la fois, les inconvénients des deux dispositifs précités.

Pour parer à ce défaut, le champ du télémètre peut être disposé comme l'indique la figure 377 : l'image sur laquelle agit le déviateur occupe une bande horizontale intéressant le centre du champ ; l'image vue dans la bande peut être droite, et elle complète alors le champ circulaire; elle peut aussi être inversée (fig. 378).

***

Les inconvénients et avantages de chacune des méthodes (stéréoscopie et coïncidence) se

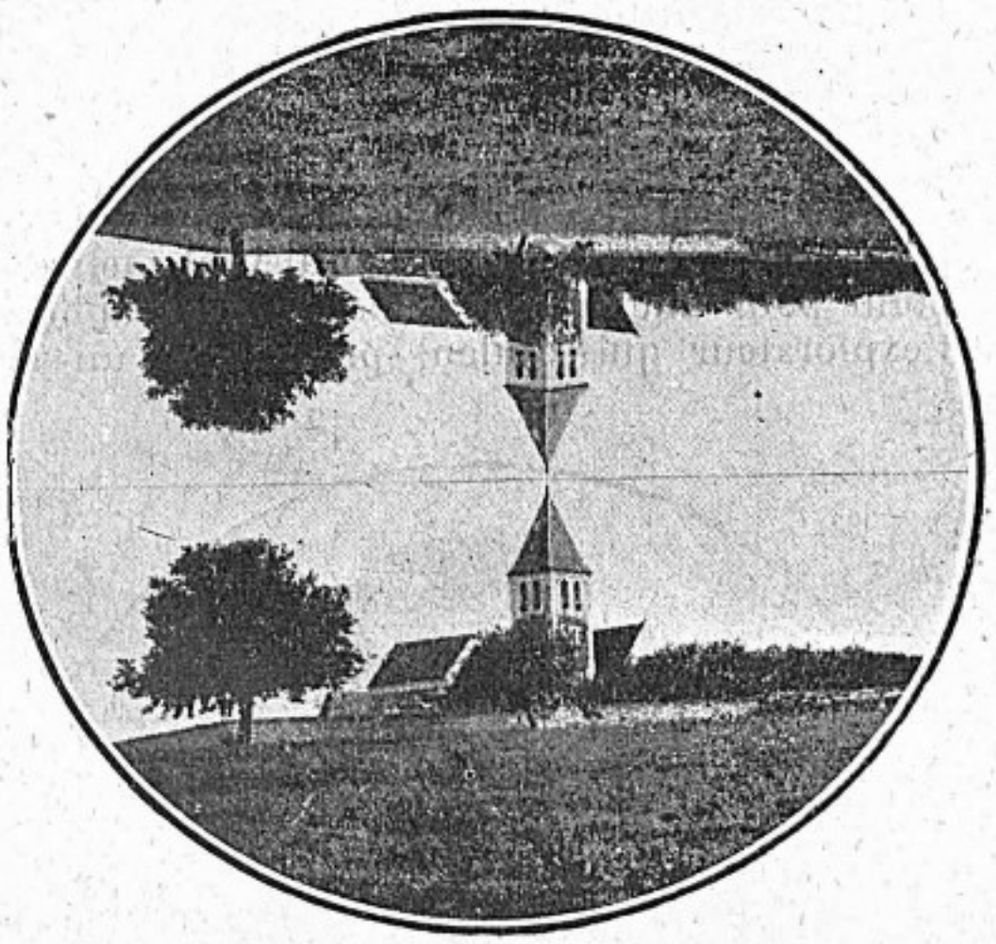


Fig. 376. — Télémètre à coïncidence : demi-champ supérieur renversé.

laissent aisément deviner : la mise en coïncidence est facile, si l'on dispose d'un but à lignes verticales et si ce but ne se déplace

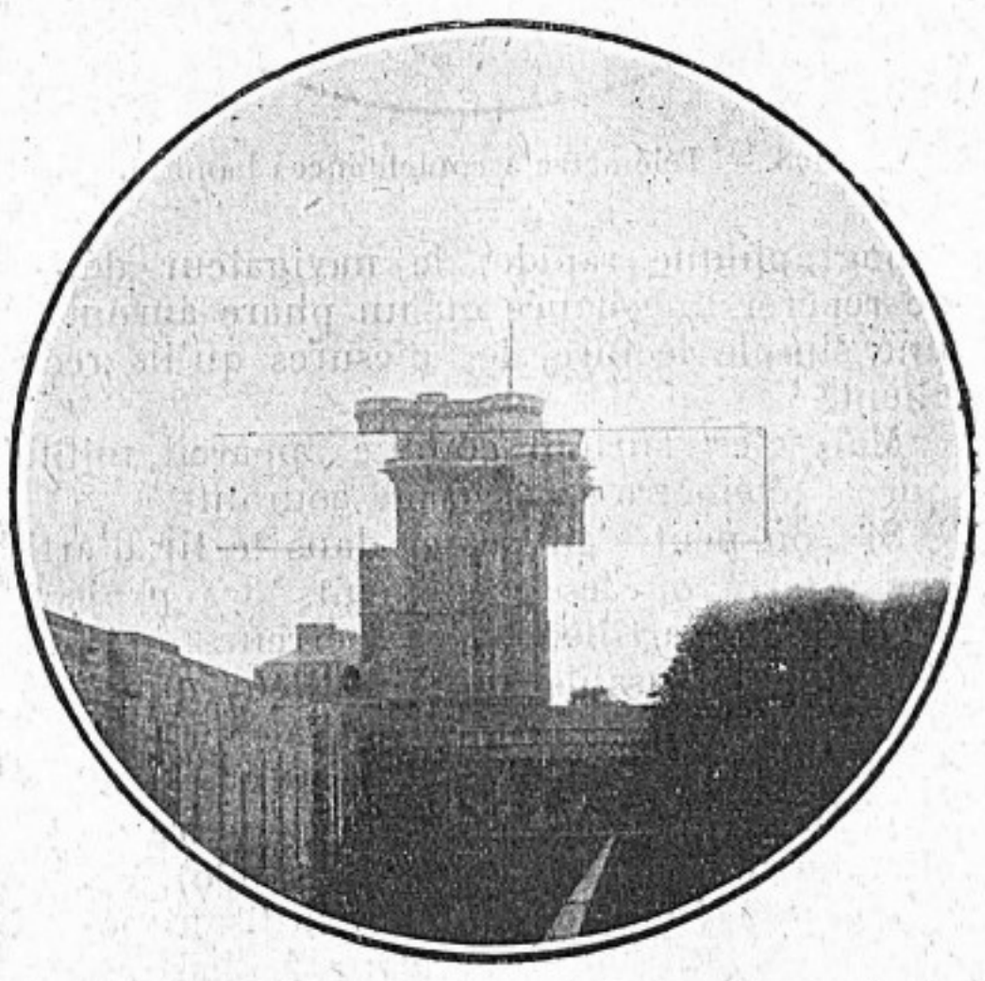


Fig. 377. — Télémètre à coïncidence : bande droite.

pas trop rapidement dans le champ de l'appareil, car il doit être maintenu sur la ligne de séparation des images. La méthode stéréoscopique, d'emploi plus délicat pour un observa-

teur non entraîné, permet, par contre, de mesurer la distance d'un objet de forme quelconque, d'une fumée même fugitive, puisqu'il suffit de comparer son éloignement à celui d'un index qui est perçu comme un cerf volant dans l'espace.

*
* *

Les applications possibles du télémètre sont très variées : le photographe qui veut mettre au point pour une prise de vue, le géographe ou l'explorateur qui veulent procéder à un levé

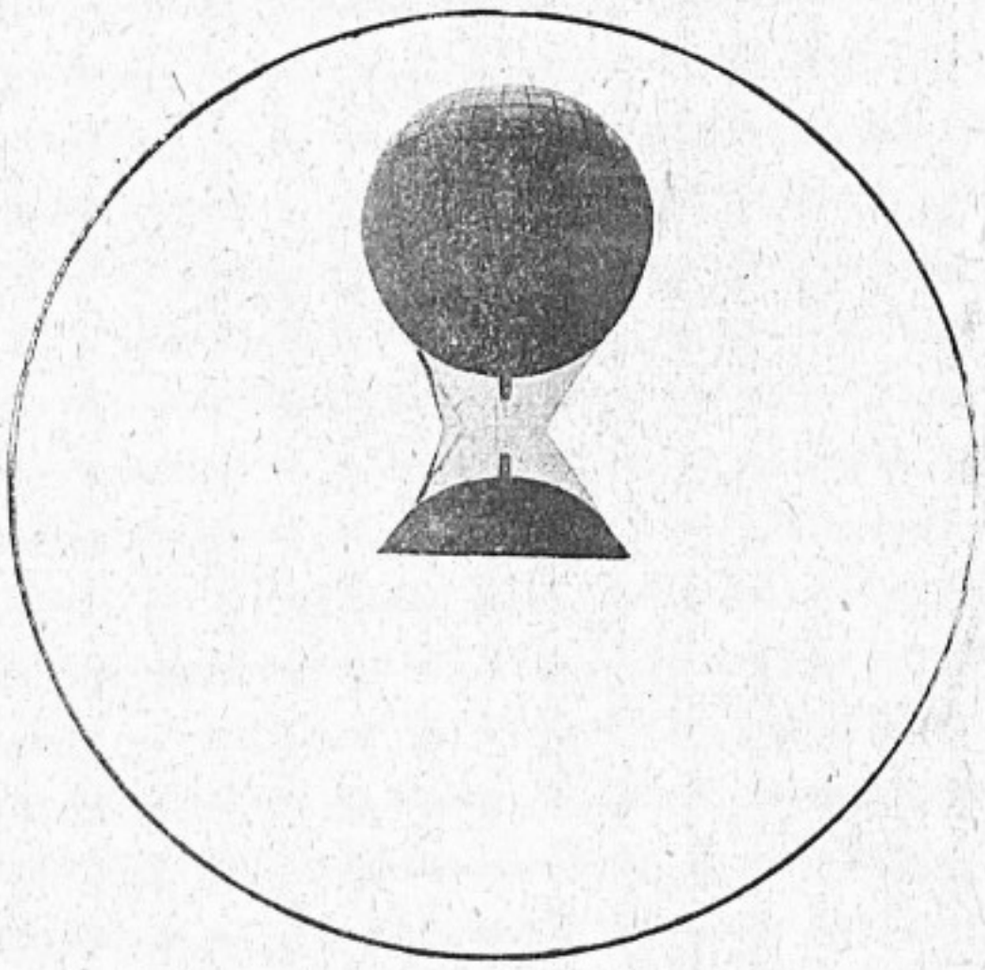


Fig. 378. — Télémètre à coïncidence : bande inversée.

topographique rapide, le navigateur désireux de repérer une bouée ou un phare auront, par une simple lecture, les mesures qu'ils recherchent.

Mais c'est surtout comme appareil militaire que le télémètre est d'usage courant.

Si l'on peut s'en passer dans le tir d'artillerie à terre où les éclatements des projectiles avertissent l'artilleur de ses erreurs de hausse, il est indispensable au mitrailleur qui n'aperçoit pas les points d'impact de ses balles.

C'est pour les armes portatives qu'a été créé le télémètre périscopique ou télémètre de tranchée en forme de T (fig. 379 et 380), qui peut être employé derrière un abri suffisant pour dissimuler la tête de l'observateur. La base est constituée par la branche horizontale du T, et est assez réduite, afin de ne pas dépasser sensiblement la largeur des épaules. Les lunettes grossissantes sont comprises dans la branche verticale.

Les télémètres sont indispensables sur les bâtiments de guerre de la marine, où l'attaque peut commencer aux distances de 15 à 20 kilo-

Fig. 379. — Télémètre périscopique à coïncidence
Base : 0 50 — Grossissement : 10
Télémètre en étui pour le transport à dos.

mètres, et où le navire qui a le premier réglé son tir sort vainqueur du combat.

Fig. 380. — Télémètre périscopique à coïncidence
Télémètre en service sur son pied.

Quant à la défense anti-aérienne, il est impossible de la réaliser sans connaître la distance de

l'avion et même son altitude. Pour ce dernier cas, le télémètre devra être complété par un dispositif donnant, outre la distance, la hauteur de l'avion au moment considéré. De tels dispositifs sont aujourd'hui réalisés, qui donnent des mesures très précises.

La figure 381 représente un alti-télémètre de 4 mètres de base, donnant, d'une façon continue, la distance et la hauteur du but. Le télémétriste au moyen du volant (1) assure constamment le contact stéréoscopique du but, mais ce n'est pas à lui qu'incombe la tâche de diriger le télémètre vers le but. Ce travail est lui-même réparti entre deux servants : celui de droite utilisant le viseur (2) règle l'azimut de l'appareil au moyen du volant (3) : le servant de gauche, au

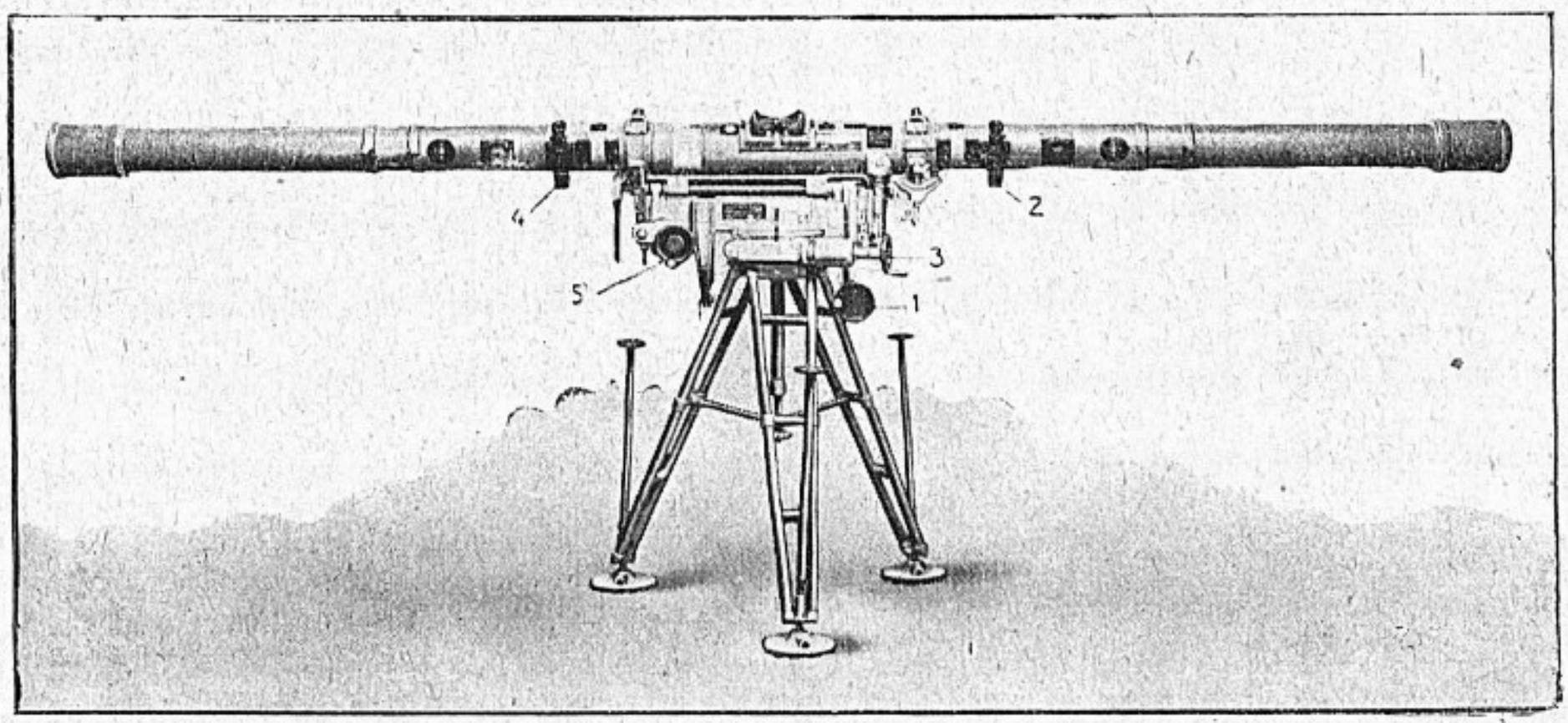


Fig. 381. — Alti-télémètre stéréoscopique de quatre mètres de base.

moyen d'un viseur analogue (4) fixe le site par le volant (5). De l'autre côté de l'appareil apparaissent devant le quatrième servant, l'échelle des distances et celle des hauteurs.

La hauteur du but est déterminée par sa distance et l'angle de site du télémètre : un mécanisme à glissière matérialise d'une façon continue cette hauteur qui est transmise aux appareils de contrôle de tir.

***

Ce bref exposé montre que les télémètres ayant à résoudre des problèmes très différents, comportent des formes et des dimensions très variables, depuis le télémètre d'infanterie, à base de 30 ou 50 centimètres, jusqu'aux grands appareils destinés aux bâtiments de guerre ou à la défense des côtes et dont la base atteint dix mètres de longueur.

La précision à laquelle on peut atteindre est surprenante. Il nous suffira d'indiquer qu'un télémètre de 80 centimètres de base et de grossissement 14 donne la distance d'un but éloigné de 1.500 mètres avec une erreur qui peut ne pas excéder 15 mètres. Un télémètre de 5 mètres de base, de grossissement 25, donne la distance d'un but situé à 6.000 mètres avec une approximation d'une vingtaine de mètres.

La précision est naturellement proportionnelle à la longueur de la base, puisqu'en définitive ce que l'on mesure c'est l'angle formé par les deux rayons émanant de chacune des extrémités de l'appareil et convergeant sur l'objectif à télémétrer.

La précision est proportionnelle aussi au grossissement des lunettes, mais celui-ci est limité pour diverses raisons.

Dans les télémètres légers, qui sont tenus à la main, un fort grossissement serait gênant : s'il dépasse 12 à 15, l'objectif devient instable. D'un autre côté, les variations d'indice de l'air, occasionnées par l'échauffement solaire, produisent, surtout près du sol, des perturbations apparentes, habituellement désignées sous le vocable anglais de « waving »; le waving annule l'avantage d'un fort grossissement : en fait, celui-ci ne peut guère dépasser 20 à 25. Enfin, pour les appareils à supports rigides, le grossissement est encore limité par la grandeur du champ qui est estimée nécessaire.

Il y a lieu à ce sujet de faire une différence entre les télémètres destinés à des buts fixes ou à faible vitesse angulaire, comme le sont généralement les objectifs de l'infanterie ou de l'artillerie de terre et les buts aériens. Par ailleurs,

en mer, les mouvements propres du navire qui porte l'observateur rendent parfois sa tâche difficile : il faut sans cesse modifier l'azimut et le site de la visée pour conserver le but dans le champ de l'appareil.

Quant aux télémètres de défense contre avions, le problème est très différent selon les armes employées : la vitesse angulaire d'un avion vu par le travers a une valeur déterminée par sa distance au télémétriste. Plus la portée de l'arme sera faible, plus grand devra être le champ.

***

Si l'on songe que ces instruments, à qui est demandée une précision d'appareils de laboratoire, sont destinés à être transportés en campagne sur des camions, mis en batterie sans ménagement, que sur les bâtiments de guerre ils ont à affronter les chocs provoqués par les départs des pièces voisines ou par les éclatements des projectiles ennemis, on se fera une idée de la difficulté que présente ce genre de construction.

En dehors des déréglages produits par les chocs violents, les causes d'erreur les plus importantes proviennent des écarts de température qui agissent à la fois et de façons différentes sur les verres des lentilles et des prismes et sur les parties métalliques de l'instrument. Et ce déréglage à la température est presque plus difficile à combattre que le déréglage au choc.

D'abord, le coefficient de dilatation des métaux employés est différent de celui du verre : le coefficient de dilatation de l'acier qui est de 10 à 11 millionièmes, bien qu'inférieur à celui du laiton (17 millionièmes) et à celui de l'aluminium et de ses alliages (18 à 20 millionièmes), est encore supérieur à celui du verre qui est de l'ordre de 6 à 8 millionièmes, selon l'échantillon considéré. D'où une première difficulté, qui est de maintenir des lentilles ou des prismes dans une position géométrique déterminée, alors que leur support ne présente pas la même dilatation qu'eux-mêmes.

D'autre part, toute pression exercée sur le verre le déforme soit élastiquement, soit même de façon permanente, car le verre a une faible limite d'élasticité.

Si la tenue d'une pièce optique par sa monture métallique détermine dans le verre des tensions tant soit peu exagérées, les images deviennent mauvaises ; cette anisotropie est d'origine mécanique. Il peut s'en produire une autre : si les glaces réfléchissantes ou les prismes présentent des tensions internes, ils perdent leur planéité sous l'influence des changements de température, provoquant ainsi des déformations d'images et des déviations angulaires.

Il semble que ces problèmes soient ceux que l'on doit résoudre dans tous les instruments d'observation ; mais, outre la complexité plus grande de son optique, il faut songer que le télémètre est forcément soumis à des accélérations violentes : il faut donc, en définitive, arriver à maintenir toutes les pièces optiques d'une façon solide et empêcher leur rotation tout en permettant leur libre dilatation ; enfin, ces pièces optiques doivent être dépourvues de toute tension interne.

***

L'on ne construisait guère en France de télémètres avant la guerre. L'expérience a démontré leur nécessité et depuis quelques années, nous pouvons le dire, nous avons largement rattrapé notre retard en cette matière : les appareils français, à l'heure actuelle, ne sont pas seulement à même d'assurer la défense nationale, ils sont recherchés par un grand nombre d'armées et de marines étrangères.

Mais le télémètre n'est pas simplement un instrument militaire : il passe peu à peu dans le domaine des applications scientifiques ou techniques : mieux connu, il deviendra l'auxiliaire précieux du marin, du géographe ou de l'explorateur.

SUR LES CONDITIONS D'EMPLOI DES MODÈLES RÉDUITS

par L. ESCANDE
Ingénieur chargé de Conférences à l'Institut électrochimique de Toulouse

Dans ce bref exposé, il ne m'est pas possible de développer, même d'une manière fort incomplète, l'ensemble des résultats fournis par la théorie de la similitude à la technique des modèles réduits.

Je me limiterai à l'étude des mouvements des liquides pesants, comportant une surface libre, sur laquelle s'exerce une pression constante, en la circonstance, la pression atmosphé-

(1) Conférence faite au Conservatoire National des Arts et Métiers, le 27 avril 1928.

rique ; comme exemple de ces mouvements, nous citerons l'écoulement dans un canal découvert, ou, encore, le déversement sur un barrage. Par contre, nous n'examinerons pas la question des systèmes en charge, tels que les conduïtes, par exemple, pour lesquels les résultats précédents demeurent toujours valables, d'ailleurs, mais sont susceptibles de quelques simplifications, dans certains cas.

Je diviserai mon exposé en trois parties :

Dans la première, je rappellerai la définition de la similitude hydrodynamique de deux mouvements, ainsi que la manière d'en déterminer les lois et les conditions d'existence.

Dans la seconde partie, nous verrons comment l'expérience vérifie les lois théoriques tirées des équations générales, dans le cas particulier de l'écoulement sur un barrage déversoir.

Dans la dernière partie, je parlerai enfin des phénomènes d'affouillements qui se produisent à l'aval et, exceptionnellement, à l'amont des barrages déversoirs, et nous montrerons, sur des exemples particuliers, comment les études systématiques sur modèles réduits permettent d'obtenir une protection efficace des ouvrages contre ces phénomènes d'affouillements.

I. — Rappel des lois fondamentales de similitude.

Nous dirons que deux mouvements M_1 et M_2 sont hydrauliquement semblables, si ces deux mouvements se font suivant des trajectoires géométriquement semblables, et s'il existe un rapport constant entre les pressions, un autre rapport constant entre les vitesses, et, d'une manière générale, un rapport déterminé entre les caractéristiques hydrauliques du mouvement, en deux points homologues des deux écoulements.

La similitude étant ainsi définie, voyons dans quelles conditions elle pourra être réalisée.

Considérons un mouvement M_1, mouvement qui existe réellement, et dont les paramètres satisfont aux équations générales de l'hydrodynamique (1).

Si nous considérons le cas pratique d'un liquide soumis uniquement à l'action de la pesanteur, et si nous faisons intervenir les termes de viscosité, les équations vérifiées, en chaque point du mouvement M_1, (en prenant l'axe OZ du trièdre trirectangle OXYZ dirigé suivant la verticale ascendante), seront les suivantes :

$$(1)\quad \begin{cases} \frac{1}{\rho_1}\frac{\partial p_1}{\partial x_1} = -u_1' + \frac{\mu_1}{\rho_1}\Delta u_1 \\ \frac{1}{\rho_1}\frac{\partial p_1}{\partial y_1} = -v_1' + \frac{\mu_1}{\rho_1}\Delta v_1 \\ \frac{1}{\rho_1}\frac{\partial p_1}{\partial z_1} = -w_1' + \frac{\mu_1}{\rho_1}\Delta w_1 - g \end{cases}$$

$$(1)'\quad \frac{\partial u_1}{\partial x_1} + \frac{\partial v_1}{\partial y_1} + \frac{\partial w_1}{\partial z_1} = 0$$

Ce système (1), (1') est donc vérifié par hypothèse.

Imaginons alors un second mouvement M_2, mouvement fictif, que nous obtiendrons, à partir du mouvement M_1, par la transformation suivante : les dimensions linéaires seront multipliées par λ, (ce qui entraîne la similitude géométrique des trajectoires), les densités par m, et les coefficients cinématiques des viscosités par K, pour nous placer dans le cas le plus général, où les liquides qui participent aux deux mouvements sont difiérents ; dans ces conditions, les pressions seront dans un rapport α, et les durées homologues, dans un rapport θ.

Pour que le mouvement M_2 existe, il faut et il suffit que ses paramètres vérifient les équations générales de l'hydrodynamique, c'est-à-dire que l'on ait :

$$(2)\quad \begin{cases} \frac{1}{\rho_2}\frac{\partial p_2}{\partial x_2} = -u_2' + \frac{\mu_2}{\rho_2}\Delta u_2 \\ \frac{1}{\rho_2}\frac{\partial p_2}{\partial y_2} = -v_2' + \frac{\mu_2}{\rho_2}\Delta v_2 \\ \frac{1}{\rho_2}\frac{\partial p_2}{\partial z_2} = -w_2' + \frac{\mu_2}{\rho_2}\Delta w_2 - g \end{cases}$$

$$(2)'\quad \frac{\partial u_2}{\partial x_2} + \frac{\partial v_2}{\partial y_2} + \frac{\partial w_2}{\partial z_2} = 0$$

Mais, d'après la définition même du mouvement M_2, on a :

$$\frac{1}{\rho_2}\frac{\partial p_2}{\partial x_2} = \frac{1}{m p_1}\frac{\partial \alpha p_1}{\partial \lambda x_1} = \frac{\alpha}{m\lambda}\cdot\frac{1}{\rho_1}\times\frac{\partial p_1}{\partial x_1},$$

$$\frac{1}{\rho_2}\frac{\partial p_2}{\partial y_2} = \frac{\alpha}{m\lambda}\frac{1}{\rho_1}\frac{\partial p_1}{\partial y_1},\quad \frac{1}{\rho_2}\frac{\partial p_2}{\partial z_2} = \frac{\alpha}{m\lambda}\cdot\frac{1}{\rho_1}\frac{\partial p_1}{\partial z_1}$$

de même, les dimensions de l'accélération étant LT^{-2}, on a :

$$u_2' = \lambda\theta^{-2}u_1',\ v_2' = \lambda\theta^{-2}v_1',\ w_2' = \lambda\theta^{-2}w_1'$$

Les dimensions de $\Delta u = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2}$ étant $L^{-1}T^{-1}$ on a : $\frac{\mu_2}{\rho_2}\Delta u_2 = K\lambda^{-1}\theta^{-1}\frac{\mu_1}{\rho_1}\Delta u_1$, ..., ...,

Enfin on a évidemment : $\frac{\partial u_2}{\partial x_2} = \theta^{-1}\frac{\partial u_1}{\partial x_1}$, ..., ...,

Dans ces conditions, le système (2), (2') est équivalent au suivant :

(1) Dans cet exposé, où nous cherchons à dégager, le plus simplement possible, les lois fondamentales qui doivent être connues par tous les ingénieurs, susceptibles de s'intéresser aux essais sur modèles réduits, nous faisons intervenir les équations du mouvement laminaire. — Une étude plus détaillée montre que, pour les mouvements turbulents, les résultats se maintiennent, la turbulence ayant pour seul effet de réduire l'influence de la viscosié propre du liquide.

$$(3)\begin{cases}\frac{\alpha}{m\lambda}\times\frac{1}{\rho_1}\frac{\partial p_1}{\partial x_1}=-\lambda\theta^{-2}u_1'+K\lambda^{-1}\theta^{-1}\frac{\mu_1}{\rho_1}\Delta u_1\\ \frac{\alpha}{m\lambda}\cdot\frac{1}{\rho_1}\frac{\partial p_1}{\partial y_1}=-\lambda\theta^{-2}v_1'+K\lambda^{-1}\theta^{-1}\frac{\mu_1}{\rho_1}\Delta v_1\\ \frac{\alpha}{m\lambda}\times\frac{1}{\rho_1}\frac{\partial p_1}{\partial z_1}=-\lambda\theta^{-2}\times w_1'+K\lambda^{-1}\theta^{-1}\frac{\mu_1}{\rho_1}\Delta w^1-g\end{cases}$$

$$(3)\quad\left[\frac{\partial u_1}{\partial x_1}+\frac{\partial v_1}{\partial y_1}+\frac{\partial w_1}{\partial z_1}\right]\times\theta^{-1}=o$$

et l'on voit, en comparant avec le système (1), (1'), que ce système (3), (3') sera vérifié identiquement, si l'on a les trois conditions :

$$(4)\quad\frac{\alpha}{m\lambda}=\lambda\theta^{-2}=K\lambda^{-1}\theta^{-1}=1$$

Celles-ci représentent, par conséquent, les conditions de similitude.

Or, pratiquement, on se donnera les deux modèles, c'est-à-dire le rapport λ, et les liquides correspondants, c'est-à-dire m et K ; par contre, α et θ, résulteront du mouvement lui-même ; autrement dit, m et k constituent des données, α et θ représentent les deux inconnues. On voit, par conséquent, que la similitude sera en général impossible, puisque, pour déterminer les deux inconnues α et θ, nous aurons le système des trois équations (4), qui seront, en général, distinctes.

On tire, en effet, de (4) :

$$\begin{cases}\alpha=m\lambda\\ \theta=\sqrt{\lambda}\\ \theta=K\lambda^{-1}\end{cases}$$

et l'on voit que les résultats ne seront compatibles que dans le seul cas particulier où :

$$\sqrt{\lambda}=K\lambda^{-1}\text{ ou }K=\lambda^{\frac{3}{2}}$$

les coefficients cinématiques de viscosité des liquides s'écoulant dans les deux modèles doivent être dans un rapport égal à la puissance 3/2 du rapport de similitude.

C'est d'ailleurs là la forme particulière prise dans ce cas par la condition de Reynolds :

$\frac{VD}{\frac{\mu}{\rho}}=\text{cst}^2$, comme il serait facile de s'en rendre compte.

Dans tous les autres cas, et, en particulier, lorsque le même liquide s'écoule dans les différents modèles, (K=I), les trois conditions seront distinctes et la similitude sera impossible.

On voit, par conséquent, que la similtude complète des mouvements, dans lesquels la viscosité a une influence notable, est impossible, dans le cas pratique où les divers modèles sont parcourus par de l'eau.

Mais, dans un grand nombre d'écoulements, on peut négliger, dans une première approximation, souvent très suffisante, les termes de viscosité dans les équations générales. Si alors, nous reprenions tous les raisonnements précédents, nous aurions finalement à comparer un système analogue au système (3) (3'), à un système analogue au système (1) (1'), la seule différence résidant dans ce fait qu'il n'y aurait plus, dans ces équations, de termes de viscosité : l'identification des deux systèmes fournirait alors la double condition de similitude :

$$\frac{\alpha}{m\lambda}=\lambda\theta^{-2}=1$$

On a donc, dans ce cas, deux équations à deux inconnues ; la similitude est donc possible, et d'une seule manière, les valeurs correspondantes de α et θ étant : $\begin{cases}\alpha=m\lambda\\ \theta=\sqrt{\lambda}\end{cases}$

On voit, par conséquent, que la similitude devient possible, chaque fois que l'on peut négliger les termes de viscosité, de la forme $\frac{\mu}{\rho}\Delta u$, soit qu'il s'agisse d'un mouvement à potentiel des vitesses, auquel cas ces termes s'annulent, soit que les accélérations soient notables, et les termes u', v', w' très grands vis-à-vis des termes : $\frac{\mu}{\rho}\Delta u$, $\frac{\mu}{\rho}\Delta v$, $\frac{\mu}{\rho}\Delta w$, soit enfin que les pertes d'énergie soient dues surtout à la turbulence, et proportionnelles au carré de la vitesse ; nous reviendrons, dans un instant, sur ce dernier point.

Etudions alors les valeurs des différents rapports.

a) Pressions. — On a : $\alpha=m\lambda$. Le rapport des pressions est égal au produit du rapport des densités par celui des dimensions linéaires. Si l'on considère les hauteurs $\frac{p}{\omega}$ de liquides représentatives des pressions, on voit qu'elles sont dans le rapport $\frac{\alpha}{m}=\lambda$, des dimensions linéaires. Certaines remarques seraient à faire ici, en particulier, celle de M. Leroux, sur les cavitations; nous nous bornerons à indiquer qu'il est nécessaire, d'une part, de compter les pressions à partir de la pression atmosphérique, prise comme zéro des pressions; d'autre part, de s'assurer qu'il ne se produit pas de cavitations.

b) Vitesses. — Les dimensions de celles-ci étant LT^{-1}, on a :

$$\frac{V_2}{V_1}=\lambda\theta^{-1}=\lambda(\sqrt{\lambda})^{-1}=\sqrt{\lambda}$$

C'est l'expression de la loi de Reech ; les vitesses sont dans un rapport égal à la racine carrée du rapport des dimensions linéaires :

c) Durées homologues. Périodes. — On a :

$$\frac{T_2}{T_1}=\theta=\sqrt{\lambda}$$

d) Débits à travers des surfaces homologues :

$$\frac{Q_2}{Q_1}=\frac{V_2\,S_2}{V_1\,S_1}=\lambda^2$$

e) Efforts exercés sur des surfaces homologues : $\frac{F_2}{F_1} = \frac{p_2 S_2}{p_1 S_1} = m\lambda^3$

f) Puissances mises en jeu : $\frac{W_2}{W_1} = \frac{F_2 V_2}{F_1 V_1} = m\lambda^2$

g) Vitesses angulaires (1) :

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{V_2}{r_2} : \frac{V_1}{r_1} = \frac{V_2}{V_1} \times \frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\lambda} \times \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\sqrt{\lambda}}$$

h) Pertes de charge. — Il peut paraître curieux de parler de pertes de charge dans cette étude où nous avons convenu de considérer, en première approximation, les équations des liquides parfaits pesants. En réalité, les pertes d'énergie peuvent souvent intervenir d'une façon très notable sans amener de modifications notables aux conditions de similitude comme l'a fait observer M. Jonguet. En effet, la plupart des pertes de charge singulières que l'on a à considérer, dans les problèmes de l'hydraulique courante, varient très sensiblement comme le carré de la vitesse ; elles sont donc dans le rapport $\frac{\xi_2}{\xi_1} = \frac{V_2^2}{V_2^1} = (\sqrt{\lambda})^2 = \lambda$, des autres pressions, exprimées en hauteur de liquide ; ces pertes de charge n'introduisent donc aucune condition particulière.

L'analyse de ce résultat, au point de vue théorique, se fait, d'ailleurs, aisément, en considérant les équations des mouvements turbulents de M. Boussinesq, de Reynolds ou de M. Brillouin, mais son exposé nous entraînerait à des développements incompatibles avec le cadre de cet article.

Nous venons donc de passer très rapidement en revue les diverses formules qui permettent de transposer les résultats obtenus sur modèles réduits à l'échelle des ouvrages réels.

II. — Vérifications expérimentales. Barrages déversoirs.

Les théories de similitude ont donné lieu à de nombreuses vérifications expérimentales, à l'étranger, et dans ces dernières années en France, grâce aux travaux du Laboratoire d'Hydraulique de l'Institut Electrotechnique de Toulouse.

Celui-ci a, en effet, effectué, sous la direction de M. Camichel, une série d'études destinées à contrôler les lois de similitude dans les écoulements les plus divers.

Nous citerons seulement les principaux sujets examinés de la sorte :

Ecoulement par orifices en mince paroi.

Déversoirs en mince paroi et à seuils épais.

Ecoulements à surface libre de liquides visqueux.

Mouvement autour d'un corps immergé.

Surfaces de discontinuité.

Tourbillons alternés à l'aval d'un obstacle.

Piles de ponts.

Ecoulement dans les coudes à angles droits.

Etude des collecteurs industriels.

Canaux découverts.

Extension de la similitude aux grandes vitesses (100 m.s.).

Pertes de charge dans les tuyaux lisses pour des liquides de diverses viscosités.

Pertes de charge singulières.

Dans toutes ces recherches, nous avons obtenu toujours une vérification remarquablement

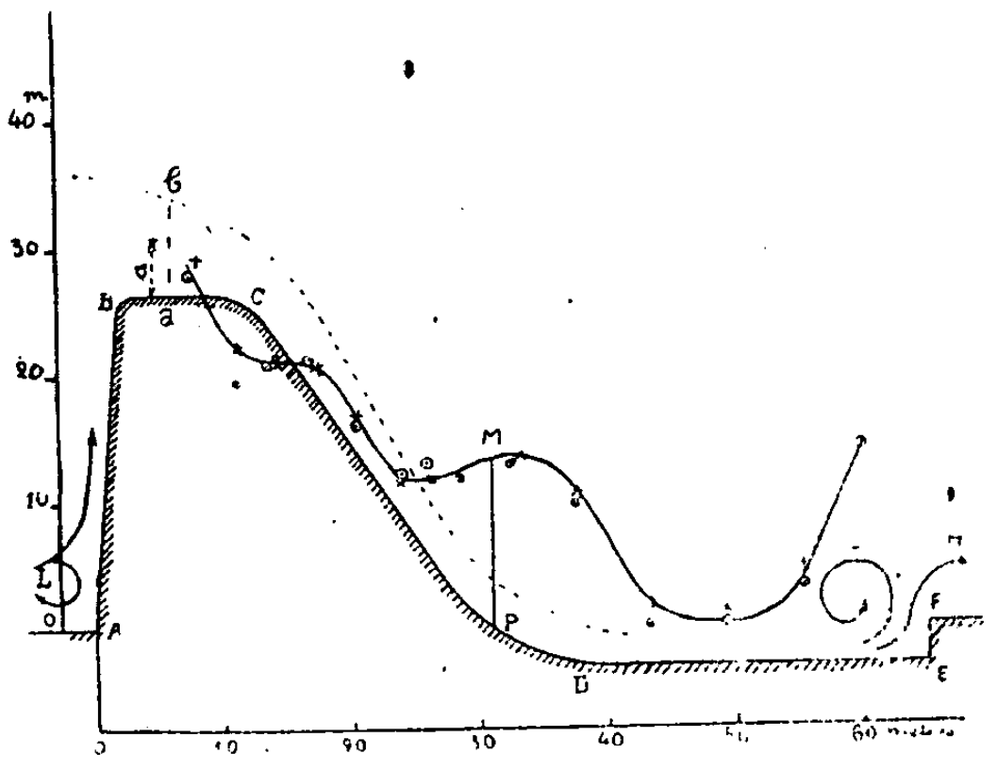


Fig. 382. — Répartition des pressions à la surface d'un barrage. ABCDEF, profil du barrage ; + petit modèle ; o grand modèle. En chaque point du barrage on porte une ordonnée représentant en mètres d'eau la pression correspondante. La ligne pointillée représente la surface libre de l'eau.

exacte des lois de similitude, qu'il s'agisse des lois simples que nous venons de voir, ou de celles, plus compliquées, auxquelles conduit une analyse plus complète. Nous nous bornerons ici à dire un mot des expériences relatives aux barrages déversoirs.

Dans celles-ci, nous signalerons tout d'abord une première série de recherches, effectuées, en 1925, au sujet d'un barrage déversoir de 25 m. de haut, en construction à Pinet, sur le Tarn, barrage sur lequel devait pouvoir s'écouler une crue administrative de 3.500 m³ sec.

Nous avions établi, à la demande de M. l'Ingénieur en Chef Godard, deux modèles dans un rapport de 6, 18, et vérifié que les lois de similitude s'appliquaient très sensiblement aux vitesses et aux pressions (voir fig. 382).

L'installation dont nous disposions alors ne nous permettait pas d'effectuer la mesure du débit du plus grand modèle, et, par conséquent, de préciser s'il existait réellement une diver-

(1) Ce résultat se rattache à la théorie des turbines semblables, dûe à M. Rateau.

gence qui, d'après nos mesures, ne pouvait être, en tous cas, que très faible.

Une nouvelle organisation du Laboratoire m'a permis de reprendre l'étude de cette question, d'une manière beaucoup plus serrée, en l'étendant à des rapports de similitude beaucoup plus élevés. M. l'Inspecteur Général Willemin, nous ayant, en effet, demandé de nous occuper du barrage de Puechabon, en projet sur l'Hérault, nous avons établi quatre modèles correspondant à des échelles différentes. Nous ne parlerons pas des réalisations expérimentales et nous nous bornerons à indiquer les résultats.

La fig. 383 montre les courbes obtenues en

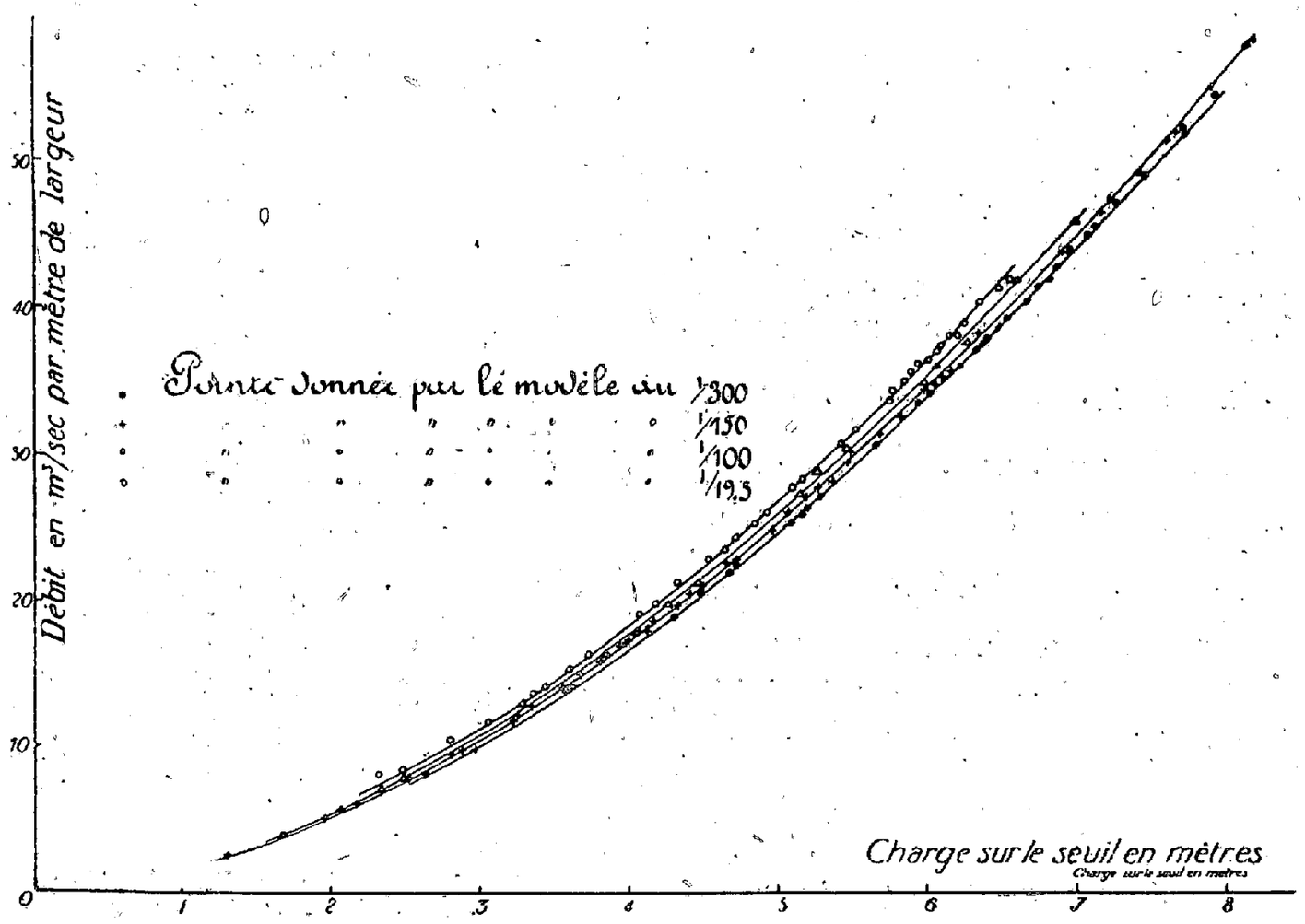


Fig. 383. — Comparaison de divers modèles d'un même barrage au point de vue de la similitude des débits.

extrapolant à l'ouvrage réel les chiffres obtenus pour chaque modèle. Deux points particuliers se dégagent de ces résultats :

1° Le débit indiqué par un modèle est inférieur au débit réel ; l'erreur d'extrapolation est donc dans le sens de la sécurité ;

2° La divergence augmente, lorsque l'échelle du modèle diminue, suivant une loi régulière : la précision du résultat exige donc l'emploi de modèles assez grands.

Etant donné l'importance de la technique des barrages, j'ai cherché à analyser de plus près les conditions de l'écoulement sur ces ouvrages en étudiant en détail les modèles au 1/100 et au 1/19,5.

La comparaison des vitesses, à la traversée de 5 sections, des pressions, (sur le parement aval du barrage et dans le courant), et des charges totales en chaque point, nous a fourni des résultats comparables à ceux obtenus dans l'étude des débits.

De plus, nous avons pu constater l'existence, à la partie supérieure du parement aval, d'une zone de dépression, susceptible de provoquer des vibrations, d'un décollement de la veine liquide et l'apparition, au contact de la paroi, d'une couche limite, qui ne suivait pas exactement la similitude, (ce qui est d'ailleurs conforme aux prévisions fournies par l'application à cet écoulement des théories de Prandtl). C'est l'existence de cette couche limite qui provoque les légères divergences signalées. Toute la lame déversante extérieure à cette couche était animée d'un mouvement irrotationnel, comme j'ai pu le vérifier en calculant directement les composantes du vecteur tourbillon en un certain nombre de points et en m'assurant qu'elles étaient nulles. Les pertes d'énergie étaient nulles dans cette zone, et devenaient au contraire notables dans la couche limite. Enfin, la construction de Prasil, ainsi que l'avait d'ailleurs déjà vérifié M. Eydoux, fournit une représentation très satisfaisante des circonstances de l'écoulement, sauf au voisinage de la paroi.

En résumé, on peut conclure que, à la condition de ne pas employer de modèles trop petits, le phénomène du déversement est susceptible d'être étudié sur des ouvrages réduits, avec une précision plus que suffisante pour les besoins de la pratique.

III. — Affouillements provoqués par les barrages déversoirs.

On arrive ainsi à des résultats fort nets, en ce qui concerne la similitude des débits et des pressions. Nous n'avons pas encore eu l'occa-

sion de comparer, de la même façon, les affouillements produits, à l'aval, par le déversement sur divers modèles d'un même barrage ; il est certain que ces phénomènes font intervenir bien des éléments dont ne tiennent pas compte les équations générales servant de base aux lois nérale, et, en particulier, pour que les dispositions fournissant les meilleurs résultats sur le modèle réduit ne demeurent pas les solutions les meilleures à adopter pour l'ouvrage réel.

Quoi qu'il en soit, il devient indispensable d'étudier ces questions sur modèles, l'expé-

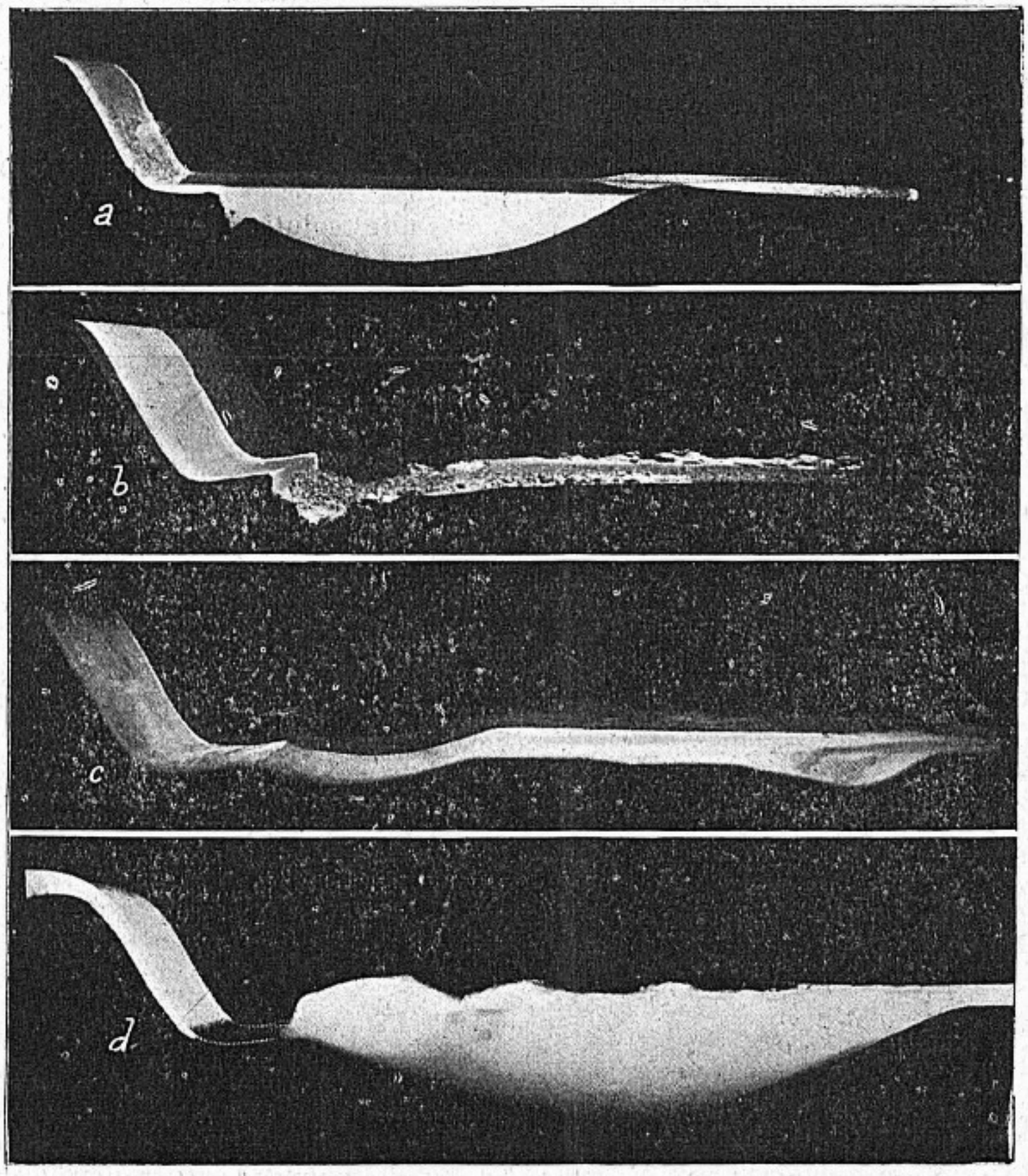


Fig. 384. — Affouillements au pied d un barrage (débit rapporté à l'ouvrage réel.)
a Contre-pente zéro, débit 3400 m³/sec. Fond de sable. — On remarque l affouillement produit au pied du barrage.
b Contre-pente 1/6, débit 2160 m³/sec. Fond d'argile; *c* Contre-peute 1 12, débit 2160 m³/sec. Fond de sable.
d Contre-pente 1/12, débit 2050 m³ sec. Fond de sable. — Le pied de l'ouvrage est ici remblayé.

de similitude, tels que la cohésion des matériaux, leur hétérogénéïté, leur densité, leur enchevêtrement,etc...; dans ces conditions, il semble qu'on ne puisse s'attendre à des résultats quantitativement aussi nets dans la comparaison des creusements observés à petite échelle et de ceux que produit l'écoulement sur l'ouvrage lui-même.

Toutefois, il n'y a aucune raison pour que les phénomènes n'aient pas la même allure générale, et, en particulier, pour que les dispositions fournissant les meilleurs résultats sur le modèle réduit ne demeurent pas les solutions les meilleures à adopter pour l'ouvrage réel.

Quoi qu'il en soit, il devient indispensable d'étudier ces questions sur modèles, l'expérience ayant montré que presque tous les radiers des barrages établis sans précautions spéciales, ailleurs que dans la roche compacte, ont dû être réparés, à la suite des affouillements provoqués par l'écoulement des crues.

Parmi les études que nous avons eu l'occasion de faire, nous signalerons quelques résultats obtenus à propos du barrage de Pinet, au pied duquel la crue maxima déversait une énergie supérieure à 1 million de chevaux.

Nous avons opéré sur un modèle au 1/200 pour lequel nous avons étudié, avec un fond constitué, tantôt par du sable, tantôt par de

Fig. 385. — Tourbillon inférieur localisé au pied du radier.

l'argile, les affouillements correspondant à diverses valeurs de la contre-pente donnée à l'extrémité aval du profil en doucine du barrage.

La fig. 384 montre les résultats obtenus pour divers débits et diverses contre-pentes.

On voit que, seule, la contre-pente 1/12 four-

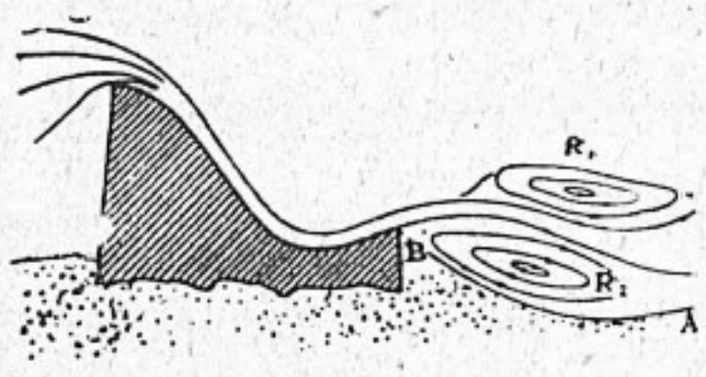


Fig. 386.
Tourbillon inférieur remblayant au pied du radier

nit une solution acceptable, le creusement, quoique important, se trouvant suffisamment éloigné de l'extrémité du radier.

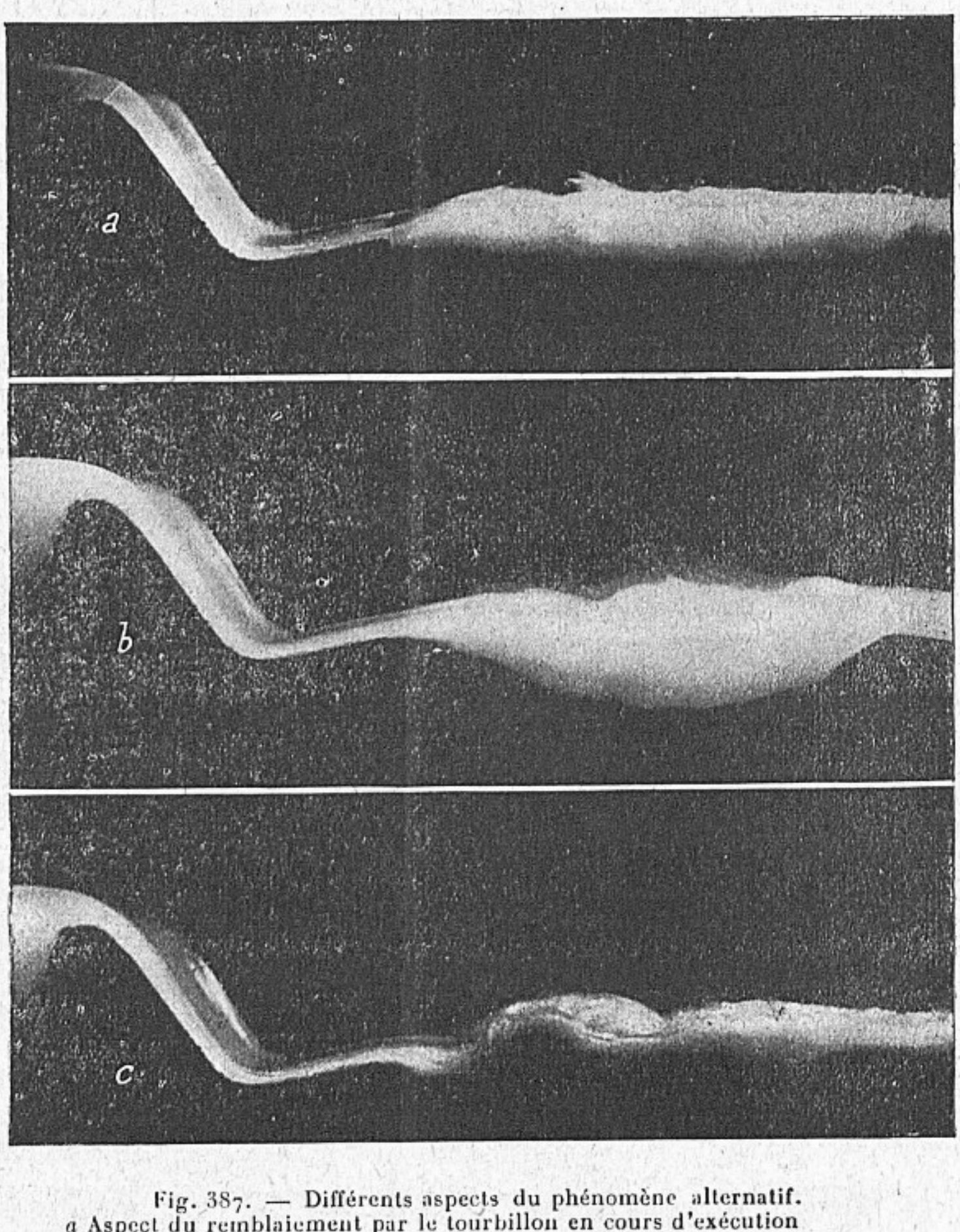


Fig. 387. — Différents aspects du phénomène alternatif.
a Aspect du remblaiement par le tourbillon en cours d'exécution
b Remblaiement terminé; la lame déversante commence à se déprimer.
c La lame déversante plonge brusquement, en bouleversant le sable.

Le mode d'écoulement, au pied du barrage, est assez net, dès qus le débit devient suffisant pour chasser le ressaut au-delà du radier.

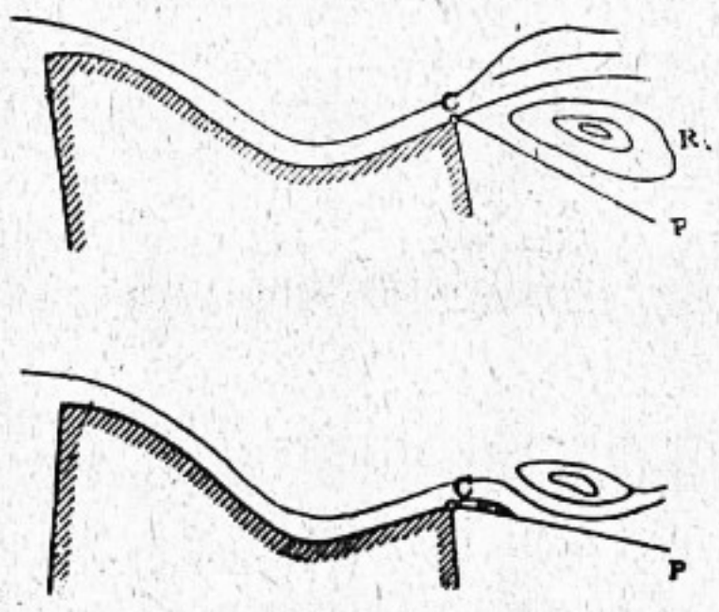


Fig. 388. — Schéma de l'écoulement lorsqu'on place une palette à la fin du radier.
Dans cette position, le tourbillon exi te et la veine liquide se trouve à la surface.
La veine liquide s'est brusquement infléchie et la dépression produite est suffisante pour maintenir soulevée la palette.

La lame, en abandonnant l'extrémité du radier, entraîne la formation des deux rouleaux R_1 et R_2 tournant en sens inverse (fig. 385 et 386).

Le tourbillon R, qui, d'ailleurs, dans le cas des plus forts débits, peut être complètement supprimé, a pour effet d'absorber une partie de l'énergie, en frottements internes de l'eau. Le rouleau R_2 existe toujours et modifie le fond. S'il est localisé au pied du radier (fig. 385), il attaque profondément les fondations ; s'il ne s'amorce que plus loin (fig. 386), il s'étend davantage et provoque, dans toute la zone AB, un courant de sable venant remblayer en B le pied du barrage.

Nous devons enfin signaler un phénomène périodique fort curieux, que nous avons observé, pour certaines conditions de retenue d'eau à l'aval, différentes, d'ailleurs, de celles qui se présentaient pour le barrage étudié.

La fig. 387 montre les divers aspects du phénomène. Dans l'état correspondant à la fig. a, le tourbillon R_1, est repoussé assez loin à l'aval, et le tourbillon inférieur R_2, remblaie le terrain à l'extrémité du radier ; le fond du lit s'élève en ce point jusqu'à une certaine hauteur pour laquelle le tourbillon R_1 est complètement chassé, l'écoulement se faisant directement en surface. La lame supérieure se déprime alors, (fig. b), plonge sous la surface libre, provoque au-dessus d'elle la formation du même tourbillon et bouleverse le sable (fig. c) ; le tourbillon R_2, d'abord localisé dans une zone étroite, au pied du radier, comme dans la fig. 385,

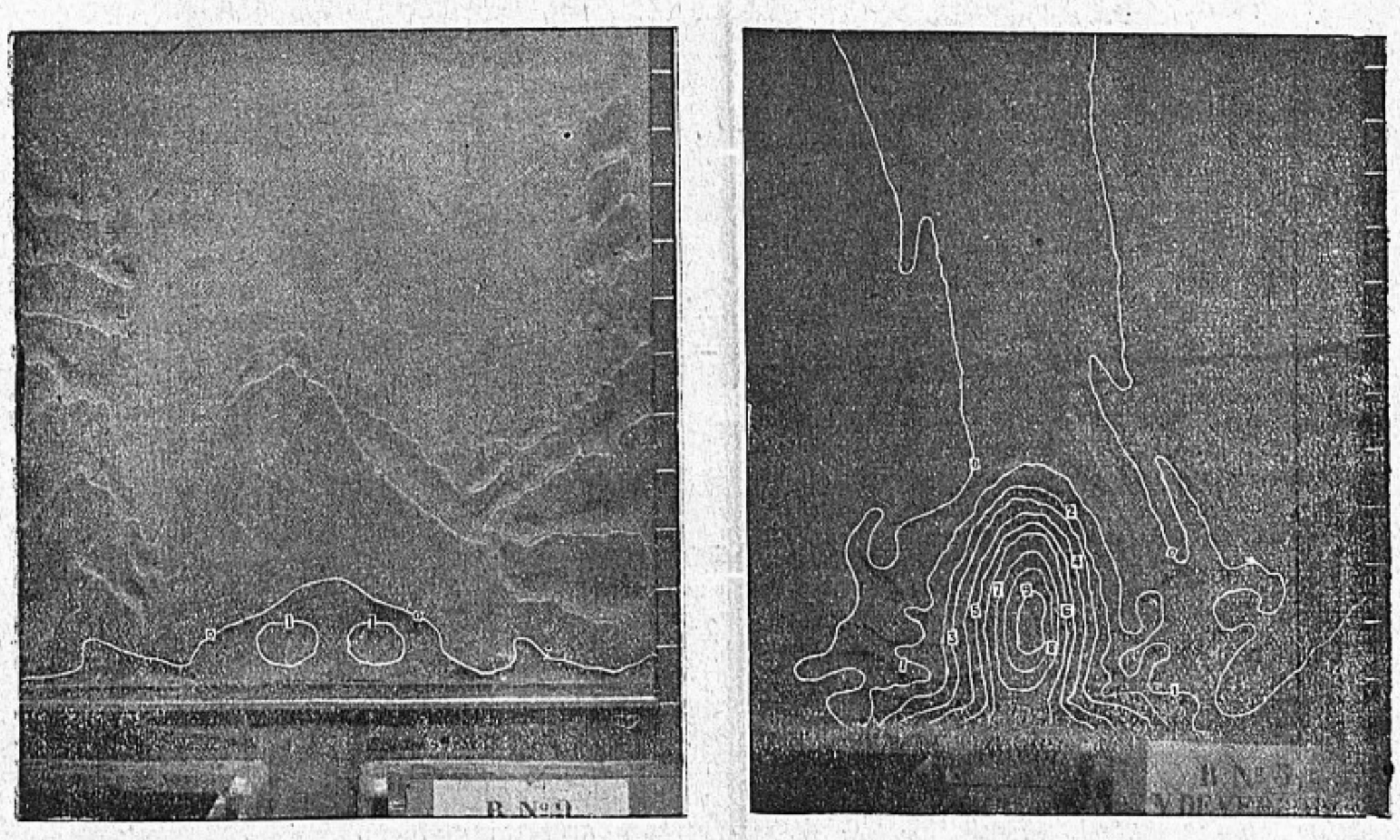


Fig. 389 et 390.
Creusements produits par le déversement sur un modèle réduit de vanne, pour deux formes différentes du radier.
Les chiffres placés sur les courbes de niveau indiquent la profondeur du creusement en mètres rapportées à l'ouvrage réel

s'éloigne peu à peu, se développe et remblaie progressivement, pendant que le tourbillon R_1 est repoussé petit à petit vers l'aval. Le cycle est alors terminé, et les phénomènes se reproduisent, dans l'ordre indiqué, avec une période qui, de l'ordre de 5 à 6 secondes, au début, atteignait assez vite 40 secondes, environ, et, en prolongeant suffisamment l'expérience, devenait infinie, en ce sens que le lit prenait une figure d'équilibre, pour laquelle le phénomène alternatif disparaissait.

Nous avons interprété le mécanisme du phénomène de la manière suivante : le remblayage du fond diminue l'épaisseur du tourbillon R_2, dont le débit demeure sensiblement constant, et à la partie supérieure duquel la lame déversante communique toujours la même vitesse ; dans ces conditions, les vitesses s'accélèrent, dans la portion inférieure du tourbillon ; la pression sous la lame diminue et celle-ci, s'incurve, de manière à rétablir l'équilibre dynamique par la pression centrifuge dûe à la courbure des filets liquides. Cet effet s'accentue, et la lame finit par s'appliquer sur le fond, en bouleversant le sable.

Nous avons vérifié ce mécanisme, en enlevant le sable, et fixant, à l'extrémité du radier, une plaque métallique P, au moyen d'une charnière C (fig. 388); en faisant varier l'inclinaison de cette lame, nous avons observé le déplacement du courant et reproduit les deux aspects extrêmes de l'écoulement. le passage de l'un à l'autre se faisant sans transition. Dans la position inférieure de la lame, la dépression était telle que la plaque de zinc, de 900 cm² de surface et pesant 1.500 grammes, se maintenait toute seule à sa position d'équilibre.

Nous avons tenu à signaler ce fait qui montre le phénomène assez curieux d'un creusement atteignant sa figure d'équilibre par une suite d'oscillations et non, comme d'habitude, d'une manière progressive.

En terminant, nous reproduisons (fig. 389 et 390), deux aspects des affouillements obtenus dans l'étude sur modèles réduits du barrage de Pizançon sur l'Isère, barrage mobile constitué par 6 vannes, de 10 m. de largeur chacune. On se rend compte, par l'examen des lignes de niveau, des différences qu'on peut obtenir dans les creusements, suivant le mode de radier adopté.

Conclusion

Dans ce rapide exposé, nous avons cherché à dégager d'une manière aussi simple et aussi nette que possible, les points les plus essentiels de la technique des modèles réduits.

Nous avons également montré comment l'expérience sanctionnait les résultats théoriques, dans le cas particulier, d'ailleurs fort important, des barrages déversoirs.

Enfin les recherches sur les affouillements ont été rapidement signalées, dans un cas correspondant à un ouvrage très considérable, aujourd'hui presque terminé.

Je serai heureux si j'ai pu communiquer ma conviction profonde, du fait que les études sur modèles réduits constituent l'élément fondamental du développement systématique de l'hydraulique expérimentale.

LA CROISSANCE CHEZ LES ANTHROPOÏDES ET CHEZ L'HOMME

par F. COUPIN
Docteur ès sciences

En dépit du très grand nombre de travaux, récents d'ailleurs pour la plupart, consacrés à l'étude de la croissance chez l'homme, bien des problèmes morphologiques et physiologiques qu'elle pose sont loin d'être résolus. Or, il est évident qu'une comparaison avec la croissance des Anthropoïdes serait à ce point de vue de première importance. On voit, malheureusement, toutes les difficultés, la quasi-impossibilité même, qu'il y a à réunir des documents précis relatifs aux Anthropoïdes. Lorsqu'on capture, en effet, un Gorille ou un Orang, on peut prendre son poids, mesurer ses membres, voir l'état de sa dentition, de sa pilosité, etc., mais la donnée capitale, celle de l'âge de l'animal, qui, seule, pourrait nous permettre de le comparer d'une façon exacte à un homme de même âge, nous est inconnue. Il faudrait obtenir la reproduction des Anthropoïdes en captivité et cela fut considéré comme impossible jusqu'en 1915. A cette époque, Mme Abreu, en élevant, à Cuba, des Singes, dans des conditions de climat et de confort spécialement favorables, a pu assister à la naissance d'un

jeune Chimpanzé (fig. 391), qui vécut 10 ans. En 1917, la mère, amenée à Cambo, donna naissance, pour la seconde fois à un petit Chimpanzé femelle qui mourut au bout de quelques jours et a pu être étudié (1). D'une autre femelle, enfin, Mme Abreu a eu un troisième nouveau-né dont le sort ne nous est pas connu (2). Une autre naissance de Chimpanzé a pu aussi être obtenue au Jardin Zoologique de New-York le 14 juillet 1920 ; malheureusement, le jeune Chimpanzé mourut au bout de huit jours.

On peut espérer que ces cas ne resteront plus des exceptions sensationnelles. La création

Fig. 391. — Chimpanzé ♀ avec son petit âgé de quelques jours. (*Document communiqué par le Dr Montané*).

de « fermes de singes » entreprises dans différents buts, telle ainsi celle de Kindia fondée par l'Institut Pasteur, telle aussi celle de Cros-de-Cagnes installée par une société franco-russe pour la vente des animaux, va augmenter les chances qu'on possédait d'obtenir des reproductions en captivité ou d'avoir des fœtus d'âge connu, chances réduites jusqu'ici aux possibilités des jardins zoologiques. Or ceux-ci remplissent mal les conditions requises de climat, de confort, de nourriture et surtout de liberté relative et dans lesquels il est difficile de plus, étant donné le petit nombre d'individus qu'ils contiennent d'avoir des animaux dans un état physiologique favorable. C'est ainsi, par exemple, qu'en ce moment, malgré la grande richesse de la ménagerie du Muséum de Paris, la disproportion d'âge ou de taille empêche qu'on puisse espérer obtenir d'ici assez longtemps des jeunes Anthropoïdes.

Des conditions de chance particulièrement favorables pourront d'ailleurs accessoirement fournir des documents intéressants. C'est ainsi que deux jeunes Gorilles ♂ et ♀ ont pu être capturés alors qu'ils étaient encore agrippés à leur mère que le chasseur venait d'atteindre mortellement. Ces deux jeunes animaux n'avaient probablement que quelques jours ; élevés au Congo, ils furent ramenés à La Rochelle, puis, à Paris (fig. 392), où ils vécurent plusieurs mois. Je donne plus loin quelques chiffres relatifs à ces deux jeunes Gorilles dont l'étude se poursuit au laboratoire d'anatomie comparée du Muséum (1). Aucun Gorille n'a été jusqu'ici obtenu en captivité. Il en est de même pour l'Orang et le Gibbon.

La croissance fœtale de tous les Anthropoïdes n'est pas connue d'une façon précise, des fœtus ont bien été étudiés, mais l'ignorance que l'on a de leur âge rend toutes les comparaisons avec les fœtus humain sujettes à caution.

Il faut noter, enfin, qu'il y a une donnée d'importance capitale qui nous est totalement inconnue, c'est la durée de la vie des Anthropoïdes ; on la suppose moins longue que celle de l'homme, mais ce n'est là qu'une supposition.

L'extrême indigence de nos documents incitera, nous l'espérons, tous ceux qui ont l'occasion d'observer, d'élever ou de capturer des Anthropoïdes à recueillir des chiffres qui, lorsqu'ils seront nombreux, aboutiront à des résultats intéressants que les quelques rares données précises que nous possèdons à l'heure actuelle permettent déjà d'entrevoir.

*
* *

Bien que l'étude de la croissance de l'homme ne présente pas les mêmes difficultés que celle des Anthropoïdes, elle n'est pas si ancienne ou si parfaite qu'on le croit généralement. Il ne saurait être question ici de citer tous les travaux s'y rapportant, mais seulement d'en indiquer les principaux avec un aperçu de leurs conclusions.

Le document idéal serait évidemment celui qui nous donnerait les chiffres relatifs à un même individu, normal, pendant toute sa

(1) F. C. — *C. R. Acad. Sc.*, 1925 et *Bull. Soc. Anthr. de Paris*, 1925.

(2) Dr Montané. Histoire d'une famille de Chimpanzés. *Bull. Soc. Anthr. de Paris*, 1928.

(1) Un mémoire sur leur topographie et leur circulation cérébrales ainsi que sur leur dentition a déjà été publié. F. Coupin, B. Hindzé, M. Lafont : Contribution à l'étude de deux jeunes gorilles. *Archives du Museum*, 1927.

croissance, mais on comprend qu'il soit difficile à obtenir. Parmi les plus importants travaux où les mêmes individus ont été suivis pendant un certain laps de temps, il faut citer ceux de Godin (1) qui a pu prendre l'ensemble des mesures anthropométriques, toutes les semaines, sur les mèmes enfants de troupe pendant quatre ans et ceux de Rouma (2) qui a pu suivre les écoliers cubains, écoliers qui présentaient, de plus, l'intérêt d'être des blancs, des nègres, ou des mulâtres.

Lorsqu'il n'est pas possible d'opérer dans de telles conditions, il faut faire des moyennes, mais pour éviter les inconvénients de celles-ci, on doit mesurer un très grand nombre d'individus d'une même catégorie, c'est ainsi qu'ont été établies les tables de Quételet qui résultent des mesures prises sur des dizaines de milliers de Belges et celles de Schultz et Reicher relatives à la croissance pendant la vie fœtale.

(1) P. Godin. Recherchès anthropométriques sur la croissance, Paris 1903, voir aussi le *Bull. Soc. d'Anthr. de Paris* de 1901 à 1922.

(2) G. Rouma. Le développement physique de l'écolier Bolivien. *Bull. soc. d'Anthr. de Paris* 1921 et Le développement physique de l'écolier Cubain, Bruxelles, 1921.

* *

Partant d'un poids de naissance de 3 kg. 500 en moyenne qui s'abaisse pendant les premiers jours de la vie, l'homme augmente très rapidement de poids pendant l'enfance pour atteindre à 30 ans le poids moyen de 60 kilos (66,1 pour les hommes, 55,3 pour les femmes d'après Quételet) qui diminue légèrement dans la vieillesse. Je n'insisterai que sur certains points récemment acquis.

Lorsqu'on opère à des périodes assez rapprochées, on constate que l'augmentation de poids ne se fait pas d'une manière absolument régulière, c'est ainsi que chez les enfants de 0 à 1 an la courbe de poids montre, d'après Rusesco, des arrêts ou paliers (1).

De nombreux travaux semblaient avoir prouvé qu'il y avait une indépendance du poids et de la taille, une dissociation de croissance (Variot) et Malling-Hansen pensait même que la taille se développait aux dépens du poids. Or, de toutes récentes recherches de Rusesco

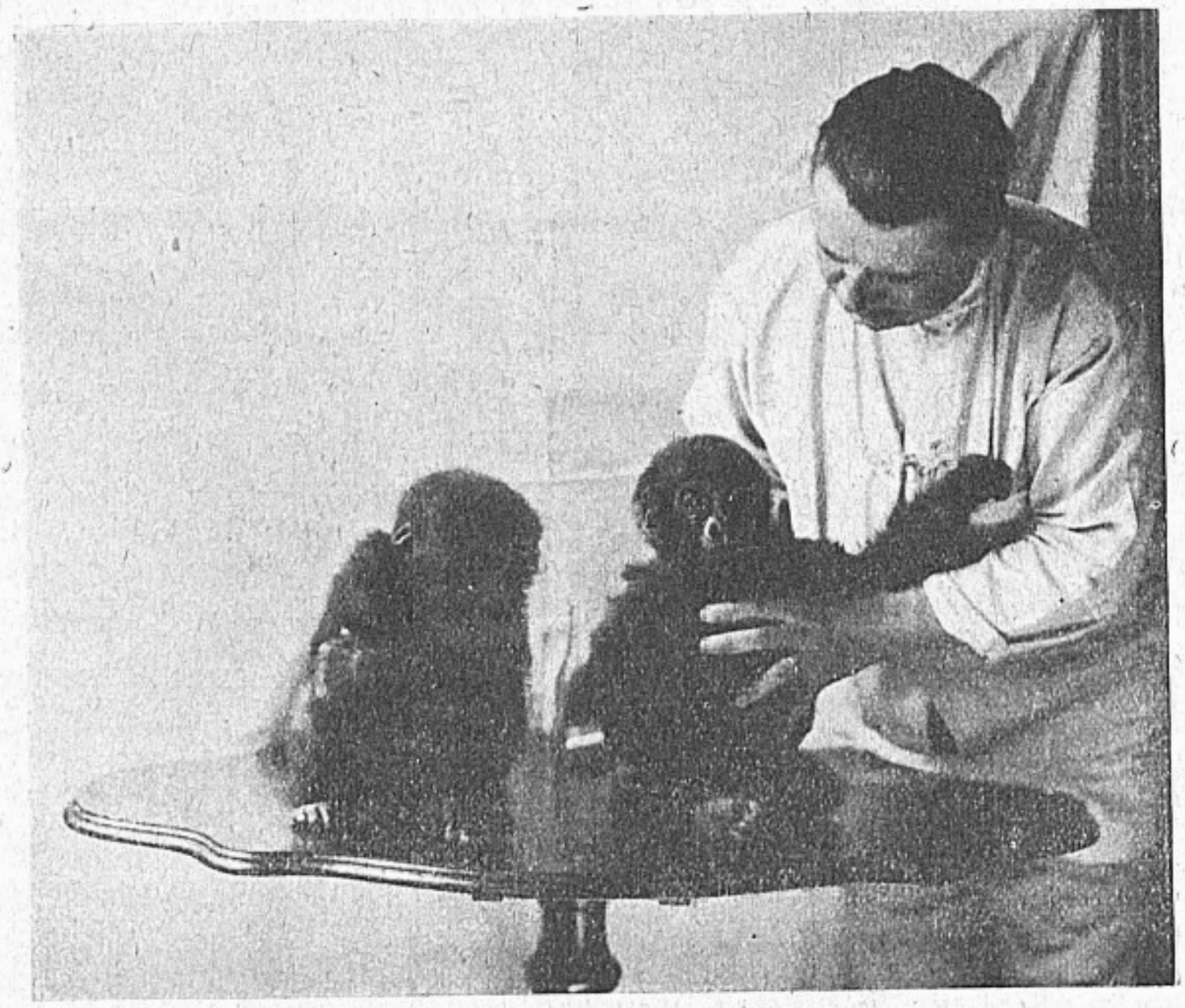


Fig. 392. — Jeunes Gorilles, à gauche ♂ âgé de 2 ans 2 mois, à droite ♀ âgé de 1 an 5 mois. (*Photographie prise en mai 1925 et communiquée par le Dr Loppé*)

(1) Dr Rusesco. Nouvelles tables de croissance des nourrissons de la naissance à un an. *Bull. Soc. Anthr. de Paris*, 1925, nos 4, 5, 6.

montrent que cette indépendance n'est pas constante ainsi qu'il était à prévoir, dans 23 % des enfants de 0 à 1 an qu'il a observés, il y a synergie des deux accroissements (1).

Les pesées faites par Bowditch, Variot et Chaumet permettent de voir que la supériorité du poids masculin sur le poids féminin n'est pas constant à tous les stades de la vie, le poids des filles dépasse celui des garçons de 9 à 15 ans environ (fig. 393) et cela un peu après

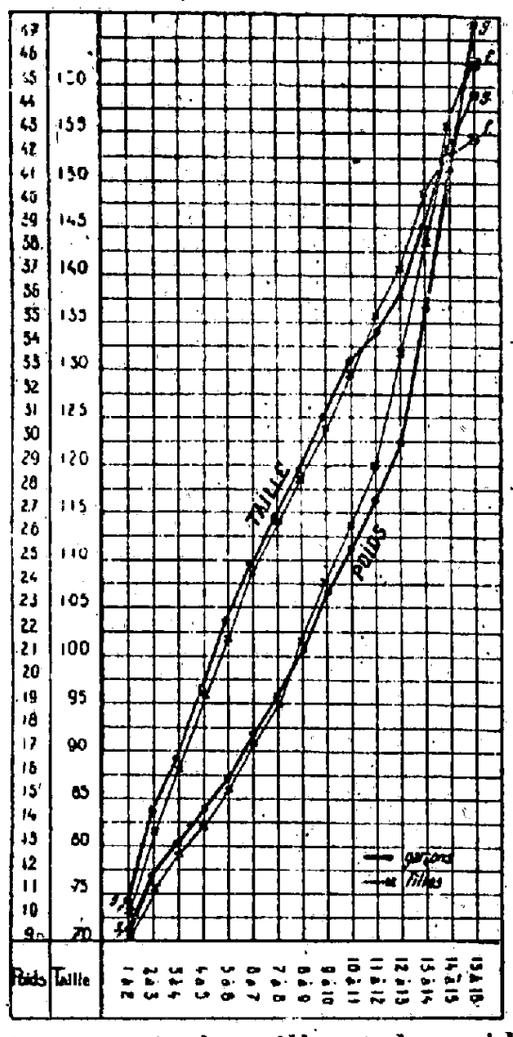


Fig. 393. — Courbes de la taille et du poids chez les garçons et les filles de 1 à 15 ans. (*D'après Variot et Chaumet*).

que la taille féminine ait surpassé transitoirement la taille masculine.

L'analyse de l'accroissement pondéral des différents organes est peu avancée ; on sait que ce sont surtout le squelette et les muscles qui augmentent de poids, le tube digestif serait 21 fois plus lourd chez l'adulte que chez le nouveau-né tandis que le cerveau, sur lequel nous reviendrons plus loin, et les capsules surrénales augmentent relativement peu. La croissance relative en poids des organes, dit Henri de Varigny (2), diffère tout autant que leur croissance absolue.

*
* *

Les très rares chiffres utilisables recueillis chez les Anthropoïdes sont réunis (exprimés en grammes) dans le tableau ci-dessous :

	Nouveau-né	2 à 3 ans	Adulte	Poids du Nouveau-né / Poids de l'adulte	Poids du jeune de 2 à 3 ans / Poid. de l'adulte
	—	—	—	—	—
Gorille	—	♀ 11.850	90 000	—	1/7,5
		♂ 15 000			1/6
Chimpanzé	770	6 000	35.000	1/45	1/5,8
Homme (moyenne)	3.050	14 000	60 000	1/22	1/4,2

Ils permettent de tirer deux conclusions provisoires ; d'abord que l'homme nait plus lourd relativement que le Chimpanzé, le nouveau-né humain pesant le 1/22 environ de l'adulte alors que le Chimpanzé nouveau-né ne pèse que le 1/45 ; ensuite, que pendant la première enfance l'homme croit plus vite que les Anthropoïdes, il atteint, en effet, à 3 ans le quart environ de son poids définitif, tandis que le Chimpanzé ne pèse encore à cet âge que le 1/6 et le Gorille 1/7,5.

Cette notion de la plus grande lenteur de l'accroissement pondéral des Anthropoïdes relativement à l'homme n'avait pas été signalée et elle est importante car l'homme est considéré comme ayant une croissance particulièrement lente, or, elle semble moins lente encore que celle du Chimpanzé et du Gorille. La croissance doit même se prolonger plus longtemps relativement chez ces Anthropoïdes qu'il ne le paraît d'après nos chiffres car la durée de leur vie étant vraisemblablement plus courte que celle de l'homme ils sont à trois ans par exemple plus vieux relativement qu'un enfant humain du même âge et cependant ils sont encore plus loin que l'homme de leur poids définitif.

Cette faible vitesse de croissance ne paraît pourtant pas s'étendre à tous leurs organes, au cerveau, en particulier. Le développement pondéral de ce dernier est bien connu chez l'homme et l'exposé qu'en a fait récemment M. R. Anthony (1) me dispensera de donner ici des chiffres et d'entrer dans de longs détails. La croissance encéphalique est très rapide du 6e mois de la vie intrautérine jusque vers l'âge de 7 ans, elle se ralentit ensuite beaucoup pour atteindre un plateau de 15 à 60 ans environ. Dans la vieillesse, le poids du cerveau diminue légèrement. Or, il résulte des documents des auteurs et des chiffres que j'ai obtenus que l'encéphale atteint chez les Anthropoïdes son poids définitif plus tôt que chez l'homme : le Chimpanzé et le Gorille ont déjà à 2 ou 3 ans un poids encéphalique aussi élevé qu'un adulte ; il en est peut être de même pour l'Orang, car

(1) Dr Rusescó. Courbes graphiques de la taille des enfants de la naissance à un an. *Bull. Soc. Anthr. de Paris*, 1925, nos 1, 2, 3.

(2) H. de Varigny. Art. Croissance in *Dictionnaire de Physiologie* de Ch. Richet, 1900.

(1) R. Anthony. Leçons sur le cerveau. Doin, édit, 1928.

un individu très jeune, ne pesant que 6 kilos avait, d'après Max Weber (1) un cerveau presque aussi lourd qu'un Orang adulte.

Une confirmation de ce fait est fournie par l'examen de l'indice de valeur cérébrale qui exprime le rapport entre le cerveau de l'adulte et celui d'un animal de la même espèce à un stade donné de son développement (2). Cet indice présente pour les Anthropoïdes, comme pour l'homme, une poussée au cours de l'enfance ; le maximum de cette poussée est plus précoce chez les Anthropoïdes que chez l'homme, l'ordre décroissant de précocité étant celui-ci : Gorille, Orang, Chimpanzé, Homme (3).

Bien que la croissance encéphalique des Anthropoïdes soit plus précoce que celle de l'homme le cerveau des Anthropoïdes reste, comme l'on sait, toujours au-dessous de celui de l'homme, c'est ainsi, par exemple, qu'un Gorille de 2 à 3 ans a un cerveau à peine aussi pesant qu'un nouveau-né humain et que les plus lourds cerveaux de Chimpanzé, de Gorille, d'Orang, qu'on connaisse ne pèsent respectivement que 412, 473 et 400 grammes, alors que le cerveau humain adulte pèse en moyenne 1300 grammes.

*
* *

La taille étant plus indépendante que le poids du corps des conditions de santé elle traduit mieux que celui-ci le développement de l'organisme et le Dr Variot a insisté sur l'importance qu'il y avait, surtout pour les nourrissons, à joindre la toise à la balance.

Si l'on fait des mensurations à de courts laps de temps, on constate, surtout dans la vie fœtale et les deux premières années de la vie, qu'il y a des arrêts temporaires dans l'accroissement de la taille dont les rapports avec les paliers de la courbe du développement pondéral ont été indiqués plus haut. La naissance n'introduit pas de changement essentiel dans le rythme de la croissance staturale.

L'accroissement des différents segments du corps ne se fait pas d'une manière parallèle ; les proportions du corps du fœtus humain ne sont pas du tout les mêmes que celles d'un enfant, qui sont elles-mêmes différentes de celles d'un adulte ; on voit, par exemple, dans la fig. 394 que la tête du nouveau-né est beaucoup plus grande relativement que celle de l'enfant de 6 ans, les membres inférieurs sont proportionnellement beaucoup plus longs que dans l'enfant de 18 mois et surtout que dans le nouveau-né ; la moitié inférieure du corps (l'ombilic étant pris comme limite) croit avec une rapidité beaucoup plus grande que la moitié supérieure (Daffner).

L'analyse des documents de Godin et de Rollet a permis de voir que les membres s'allongent relativement plus que le buste, sauf du 5e mois de la vie intrautérine à la naissance (Schultz) ; le membre supérieur ayant une croissance moins marquée que le membre inférieur devient plus court relativement à ce dernier. Dans chaque membre, les segments proximaux s'allongent moins que les segments distaux, la main, par exemple, se raccourcit par rapport à l'avant-bras et celui-ci par rapport au bras.

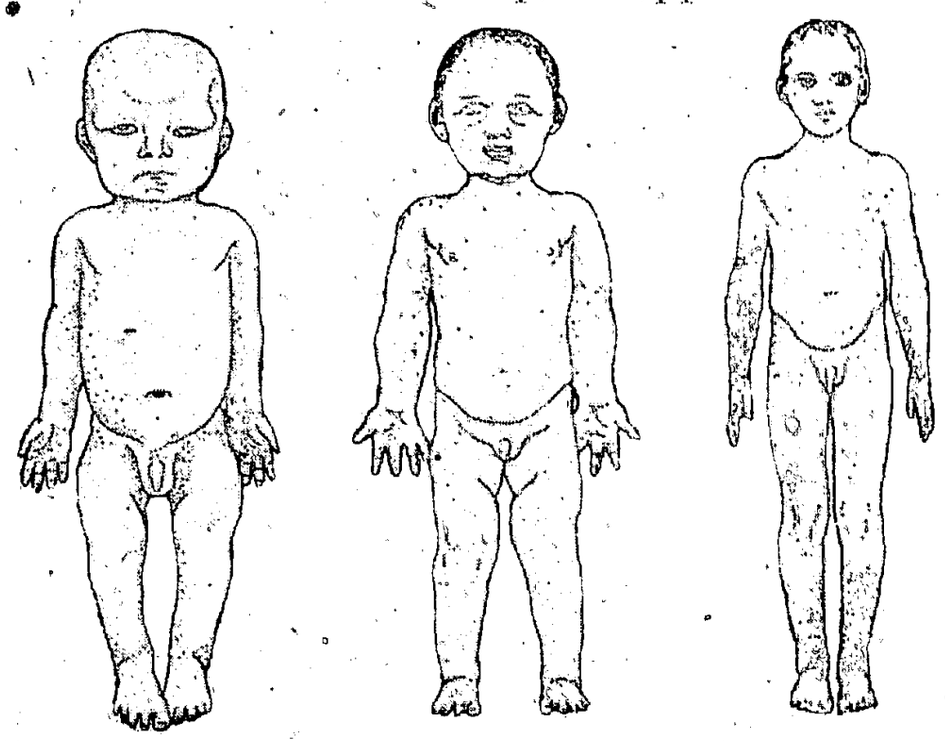


Fig. 394. — Nouveau-né humain, garçon de 18 mois, garçon de 6 ans ramenés à la même taille pour montrer les proportions des différentes parties du corps. (*D'après Wood Jones*).

De plus, la main et le pied croissent plus en longueur qu'en largeur ; l'étrécissement qui en résulte est visible sur la fig. 395 ; les différents doigts d'ailleurs ne subissent pas les mêmes modifications de taille et de forme, c'est ainsi que le pouce devient plus court par rapport à la longueur de la main, tandis que le gros orteil devient égal ou plus long que le deuxième doigt. Des études récentes de Reicher (1) ont montré que pendant la vie fœtale la face s'allonge, les orbites se rapprochent et le nez s'étrécit. Après la naissance, la face continue de s'allonger, elle s'accroît plus que le crâne dont la croissance lente se fait régulièrement suivant tous ses diamètres.

*
* *

Le développement statural des Anthropoïdes est encore moins connu que leur développe-

(1) Max Weber. Vostudien über das Hirngewicht der Saügethure. *Festch. f. K. Gegenbaur*, 1896.

(2) R. Anthony et F. C. L'indice de valeur cérébrale au cours de l'évolution individuelle. *Rev. anthrop.*, 1927 et R. Anthony, *loc. cit.*

(3) F. C. L'indice de valeur cérébrale au cours de l'enfance chez les Anthropoïdes. *C. R. Acad. Sc.*, 14 février 1927.

(1) M. Reicher. Croissance de la face chez le fœtus humain. *Inst. Int. d'Anthr. Congrès d'Amsterdam*, 1927.

men pondéral ; bien souvent, en effet, sur des individus d'âge connu le poids a été pris alors que les mensurations ont été négligées au moins quant aux détails. Les documents que nous possédons permettent seulement de suivre les variations des proportions des différentes parties du corps. Reicher (1) et Schult (2) ont pu

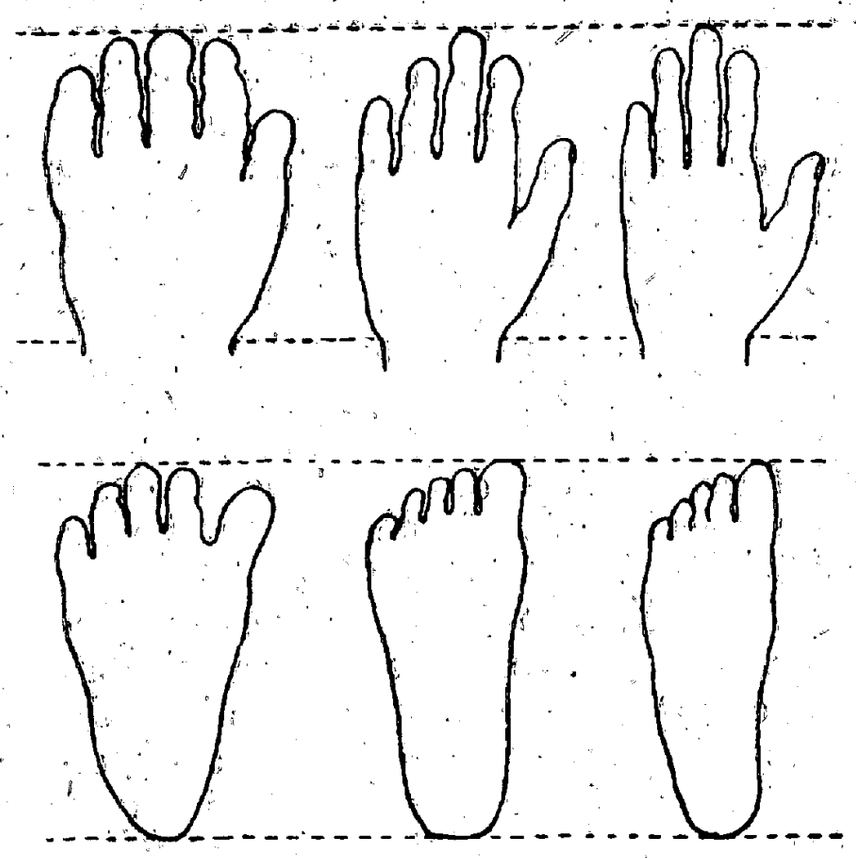


Fig. 395. — Main et pied d'un fœtus humain de 9 semaines, d'un nouveau-né et d'un adulte ramenés à la même longueur. (*Imité de Schultz*).

ainsi établir que chez les Anthropoïdes, comme chez l'homme, la longueur de la tête est beaucoup plus grande relativement dans le fœtus que dans l'adulte, que le membre inférieur s'allonge relativement au tronc, mais moins que chez l'homme, surtout pour le Gorille, que les bras s'allongent aussi relativement au buste (Deniker) et cela surtout chez le Gibbon (Schultz).

L'acquisition des proportions de l'adulte ne semble pas se faire à des stades correspondants chez les Anthropoïdes et chez l'homme et ce serait là un fait très important. Dans l'espèce humaine, en effet, les proportions définitives sont longues à s'établir, le nouveau-né humain et même le jeune enfant sont loin de l'adulte à cet égard, tandis qu'elles sont déjà indiquées dans les fœtus d'Anthropoïdes (Schultz), c'est ainsi, par exemple, que la grande longueur de la jambe humaine adulte n'est pas ébauchée pendant la vie intrautérine (l'indice intermembral étant de 104 environ à la naissance et de 82 à l'âge adulte), tandis que l'allongement considérable du bras du Gibbon est presque aussi marqué chez un fœtus ayant la même taille assis qu'un fœtus humain de 4 mois que chez un Gibbon adulte (fig. 398).

La précocité de l'établissement des proportions définitives chez les Anthropoïdes est d'autant plus inattendue que, tout au moins pour le développement pondéral, nous avons vu plus haut la lenteur de la croissance des Anthropoïdes relativement à l'homme. Il faut remarquer immédiatement que ces faits devraient, pour être admis définitivement, être vérifiés sur des fœtus ou des jeunes, non pas de même taille assis que des fœtus humains, comme l'a fait Schultz, mais sur des spécimens de même âge, ce qui malheureusement n'est probablement pas près d'être réalisable ; l'ignorance de l'âge des sujets mesurés diminue beaucoup l'importance des théories qu'on a tenté d'étayer sur cette lente acquisition des proportions définitives dans l'espèce humaine.

Un organe d'ailleurs fait exception à cette règle : le cerveau ; pour lui, en effet, c'est chez l'homme qu'il y a précocité de l'acquisi-

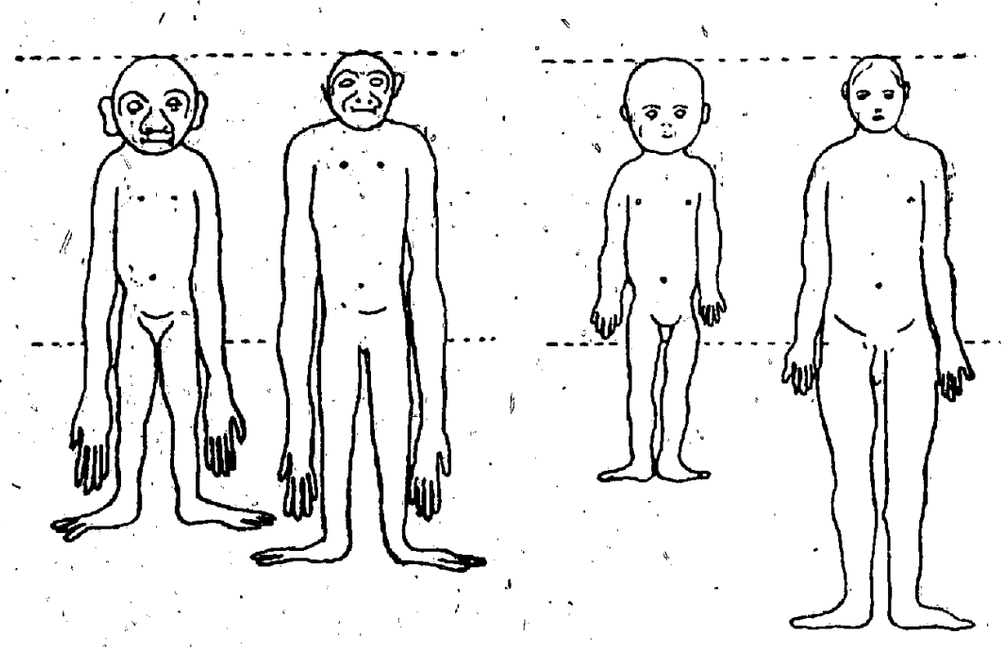


Fig. 396. — Nouveaux-nés et adultes d'homme et de gibbon ramenés à la même taille assise (*Imité de Schultz*).

tion de la forme définitive et non pas chez les Anthropoïdes, subsphérique chez l'adulte, il l'est déjà dans le fœtus de 4 mois. Chez le Gorille, Manouvrier a signalé que le cerveau du fœtus est subsphérique comme celui de l'homme et que par augmentation inégale de ses diamètres, il atteint ultérieurement sa forme définitive allongée et surbaissée ; j'ai pu suivre les mêmes modifications chez le Chimpanzé.

*
* *

On commence, en somme, à avoir de la croissance une connaissance mathématique satisfaisante pour l'homme, mais vraiment très rudimentaire pour les Anthropoïdes. Des auteurs ont cependant voulu tirer de la comparaison de ces deux modes d'accroissement des arguments théoriques. Je ne ferai que les indiquer et les discuter brièvement.

(1) M. Reicher, *loc. cit.*

(2) A. Schultz. La croissance fœtale chez l'homme et autres Primates. *Quat. Rew. of Biology*, 1926 et *Bull. Soc. et. formes humains*, 1927.

Une des bases de la théorie de Bolk (1) est la lenteur de la croissance humaine ; l'homme d'après cette théorie récemment émise ne serait « qu'un fœtus de Primate devenu capable de se reproduire » et cela, en partie, parce que sa croissance est ralentie par rapport à celle des autres Primates. Il me suffira de faire remarquer que les documents réunis plus haut semblent indiquer que la croissance des Anthropoïdes, au moins en ce qui concerne le développement pondéral, est encore plus lente que dans l'espèce humaine ; par sa croissance l'homme ne peut donc être considéré en tous cas comme un fœtus d'Anthropoïde, sinon de Primate, qui serait devenu apte à se multiplier ; l'étude de la croissance n'apporte pas d'appui à la « théorie de la fœtalisation » de la morphogénèse humaine.

Dans la plus grande ressemblance des proportions du corps chez l'homme et chez les Anthropoïdes tant pendant les premières phases du développement qu'à l'état adulte Schultz a voulu voir une preuve de l'origine monophylétique du groupe des Primates, l'homme et les Singes ayant hérité de leurs ancêtres une « tendance aux mêmes fonctions ontogénétiques qui auraient été modifiées par des spécialisations ». Nos connaissances relatives aux Anthropoïdes, celles de l'âge des fœtus, en particulier, sont manifestement insuffisantes pour qu'on puisse en tirer des conclusions d'une telle importance.

Il me semble en être de même pour les déductions que Reicher a tirées de ses recherches et de celles de Schultz. Pour lui, le fait que les caractéristiques des proportions humaines, telle, par exemple, la grande longueur du membre inférieur, apparaissent relativement tard chez l'homme doit les faire considérer comme récemment acquises ; les proportions des Anthropoïdes s'établissant plus tôt indiqueraient une évolution plus ancienne de ces Primates : les caractères anciens de l'homme et des Anthropoïdes seraient acquis dès la première moitié du développement intrautérin.

Quant à la physiologie de la croissance comparée chez les Anthropoïdes et chez l'homme, elle est encore à faire ; on a émis des hypothèses sur le rôle des glandes endocrines et des glandes sexuelles, en particulier, qui restent encore à vérifier.

(1) M. Bolk. Le problème de l'anthropogénèse. *C. R. Assoc. d. Anat.*, 1926.

NOTES ET ACTUALITÉS

Optique

Etude des radiations comprises entre les rayons ultra-violets et les rayons X ordinaires. — Le domaine des radiations compris entre les rayons ultra-violets et les rayons X ordinaires, dans un intervalle de longueurs d'onde s'étendant de 200 Angströms ($0\mu02$) et 10 Angströms ($0\mu001$), a longtemps été très difficile à étudier.

M. Thibaud (*Bulletin de la Société d'encouragement*, juin 1928) a institué une méthode très simple et très précise, basée sur l'emploi des réseaux lignés tracés sur une surface de verre de petites dimensions (8 × 8 mm.). Ces réseaux diffractent les rayons X tout comme ils diffractent les rayons lumineux ordinaires. Cette méthode a l'avantage, en prolongeant les méthodes courantes de l'ultra-violet ordinaire, de permettre des mesures de longueurs d'onde en valeur absolue, c'est-à-dire de les rendre directement comparables au mètre. A la vérité, les réseaux les plus parfaits qui puissent être établis aujourd'hui et qui comprennent 1.000 traits par millimètre n'ont qu'un pouvoir dispersif très faible vis-à-vis des rayons étudiés. Mais un artifice ingénieux dont M. Thibaud a eu l'idée, permet d'accroître singulièrement la dispersion des réseaux pour les très petites longueurs d'onde. Il consiste à employer les réseaux sous une incidence quasi tangentielle. Cette même disposition lui avait déjà permis, en 1925, d'obtenir des spectres de radiations Röntgen avec des réseaux qui n'avaient que 200 traits au millimètre.

La source de radiations est un tube à rayons X en métal, démontable, alimenté sous 1.000 volts. Le réseau et la plaque photographique se trouvent à l'intérieur d'une enceinte étanche dans laquelle l'on réalise, à l'aide d'une pompe moléculaire, le vide très avancé en dehors duquel les radiations intermédiaires entre la lumière et les rayons X ne peuvent se propager.

Au moyen de ce spectroscope, M. Thibaud a enregistré, sur des plaques photographiques ordinaires, les spectres de rayons X mous émis par divers éléments (oxygène, azote, carbone, bore, fer, molybdène, éléments lourds).

Ces recherches n'ont pas seulement pour résultat de nous permettre l'étude du domaine, jusque là mal connu, de radiations comprises entre les rayons ultra-violets et les rayons X ordinaires. D'après les idées de Bohr sur l'émission spectrale des atomes, les radiations envisagées doivent correspondre aux raies émises par les couches les plus superficielles des atomes, les rayons X ordinaires correspondant, au contraire, à l'émission par les couches profondes. Ces radiations vont donc nous renseigner sur les propriétés de la périphérie des atomes et l'on peut prévoir que l'on retrouvera, dans leur étude, l'influence des liaisons chimiques ou du magnétisme sur la structure atomique. Enfin il n'est pas inutile de rappeler que, si l'on suit les idées d'Eddington, qui admet au centre des amas stellaires des températures de l'ordre de plusieurs millions de degrés, le maximum spectral (loi de Wien) se trouve alors dans le domaine intermédiaire étudié par M. Thibaud. La majeure partie du rayonnement au sein des étoiles serait constituée par ces rayons X mous, dont le spectrographe de M. Thibaud permet l'étude. On entrevoit par là l'intérêt que présente cet instrument pour les études de physique stellaire.

A. Bc.

Physique

La dessiccation intensive des liquides. — Le Prof. Brereton Baker (1) a réalisé de très curieuses expériences sur certains liquides, dont il est parvenu, au moyen d'une dessiccation intensive, à modifier très notablement quelques constantes physiques.

Il s'agit, tout d'abord, du point d'ébullition. Par exemple, le trioxyde d'azote qui, normalement, ne bout qu'à 2° sous la pression atmosphérique, n'a bouilli qu'à 43°, après avoir été desséché plusieurs années sur l'anhydride phosphorique. Avec la même technique, Baker a réussi à faire passer le point d'ébullition du benzène de 80° à 109°, celui de l'alcool éthylique de 78°5 à 138°, celui de l'éther éthylique de 35° à 83°, celui de l'hexane de 68°4 à 82°, celui du brome de 63° à 118°, et celui du mercure de 358° à 420°.

On a remis ces liquides, en contact avec de l'air, desséché seulement par simple passage sur l'acide sulfurique concentré et sur l'anhydride phosphorique. Ils ont repris leurs points d'ébullition primitifs, au bout d'un temps plus ou moins long, 24 heures pour l'alcool, un mois pour le benzène.

Dans d'autres expériences, Baker a mesuré dans des tubes barométriques, en présence de charbon de sucre, la tension de vapeur des liquides intensivement desséchés. La tension de l'éther éthylique (à 16°) s'est accrue de 25 mm., celle de l'alcool méthylique (à 35°) de 12 mm., et celle du benzène (à 24° ou 37°) de 2 mm. D'ailleurs, selon Baker, la tension de vapeur d'un liquide ne paraîtrait pas indépendante de son histoire écoulée.

D'autre part, Baker a fait, par la méthode de Victor Meyer, des déterminations de densité de vapeur, déterminations d'où il a conclu à des poids moléculaires très supérieurs aux poids moléculaires normaux. Il trouve, pour le brome, 242,4 au lieu de 160; pour le bisulfure de carbone 137,4 au lieu de 76; pour le tétrachlorure de carbone 201 au lieu de 154; pour l'éther 173 au lieu de 74; et pour le benzène 125,9 au lieu de 78.Il a contrôlé le résultat relatif au benzène en mesurant la chaleur latente d'évaporation. Par gramme de benzène, il a trouvé, pour la chaleur latente 58 au lieu de 83, tandis que le point d'ébullition de la substance s'était trouvé retardé à 94°. En appliquant la loi de Trouton, il en a déduit que le poids moléculaire s'était élevé à 126.

Ajoutons que Baker a fait aussi des mesures de tension superficielle. Il a constaté, par exemple, que l'acide acétique, intensivement desséché, ne reprenait sa tension superficielle normale que trois semaines après le remplissage du tube.

Baker a donc mis en évidence quatre ordres de conséquence de la dessiccation intensive, savoir : l'élévation du point d'ébullition, l'accroissement de la densité de vapeur, l'abaissement de la chaleur latente d'évaporation, et l'altération de la tension superficielle. Il interprète ces divers phénomènes comme des manifestations de l'accroisement de la complexité moléculaire.

Baker rapporte encore une autre observation, où il a maintenu une différence de potentiel de 400 volts entre des plaques de platine, au sein de benzène séché seulement à l'acide sulfurique. Le point d'ébullition du benzène s'est élevé à 92°, et son poids moléculaire a atteint deux à trois fois le poids moléculaire normal. L'hexane et le bisulfure de carbone se sont comportés de manière analogue. Baker remarque qu'on ne saurait imputer ces effets à l'expulsion de l'eau par électrolyse, car il suffit de connecter les pôles pour retrouver bientôt les valeurs normales. Baker ne considère d'ailleurs ces dernières expériences que comme des essais préliminaires. S. V.

(1) Conférence à la Chemical Society, 22 mars 1928.

Relativité

Sur l'existence d'une dissymétrie optique de l'espace. — D'après le principe de la Relativité, aucune observation physique faite à l'intérieur d'un système et au moyen des seuls éléments de ce système ne saurait mettre en évidence le mouvement relatif uniforme par rapport à un autre système.

M. Esclangon, Directeur de l'Observatoire de Strasbourg, a tout récemment entrepris, et poursuit actuellement, dans cet Etablissement, des expériences dont les résultats sont troublants et semblent mettre ce principe en péril. — L'espace céleste présenterait une dissymétrie optique, qu'il attribue à un mouvement dans l'espace du système stellaire auquel nous appartenons : la Voie Lactée.

S'efforçant d'atteindre dans ses mesures, l'extrême limite de la précision, il a examiné expérimentalement si les lois de la Réflexion optique ne seraient pas sujettes à des variations qui puissent mettre en évidence soit le mouvement de la Terre sur son orbite autour du Soleil, soit le mouvement de translation de la Voie Lactée.

Il s'est placé dans les conditions opératoires les plus simples et les plus sûres :

Il était indispensable que les rayons lumineux étudiés n'aient pas traversé l'atmophère sur une grande étendue, car les variations continuelles de la température et de la pression des diverses couches d'air auraient introduit des erreurs bien plus grandes que les petites différences que l'on se proposait de mettre en évidence. L'emploi de cercles divisés était aussi à rejeter.

M. Esclangon s'est adressé simplement à la méthode d'autocollimation sur un miroir plan : Un fil d'araignée F est tendu dans le plan focal d'une lunette. Un miroir plan est assujetti en avant de l'objectif perpendiculairement à son axe. — Si l'on éclaire le fil on aperçoit dans l'oculaire à la fois son image directe et son image réfléchie sur le miroir et l'on peut aisément mesurer leur distance angulaire, c'est-à-dire l'angle que font entre eux le rayon incident et le rayon réfléchi, en amenant, au moyen d'une vis micrométrique un fil mobile en coïncidence successivement avec chacune d'elles, et en faisant la différence des deux lectures de la vis.

Si le miroir et la lunette, avec leurs différents accessoires sont rigidement liés les uns aux autres, on peut s'attendre à ce que les positions relatives du fil et de son image soient invariables. M. Esclangon a voulu s'asurer s'il en est constamment ainsi quelle que soit la position de la Terre dans l'Espace.

Il aurait pu, laissant la lunette immobile, attendre que la sphère céleste se soit déplacée par rapport à l'observateur. Mais pendant ce temps, le dispositif instrumental aurait risqué de se déformer. Or, il estime qu'on n'a le droit de le regarder comme semblable à lui-même que pendant quelques minutes. Il a donc été conduit à déplacer la lunette pour explorer les différentes régions de l'espace et à comparer entre eux les résultats obtenus successivement à un très faible intervalle de temps dans deux directions différentes :

Les changements d'orientation de la lunette étaient effectués en moins d'une minute. M. Esclangon s'est borné jusqu'ici à observer dans deux directions seulement, afin d'accumuler pour elles un plus grand nombre d'ob-

servations d'où puissent se dégager des conclusions plus sûres. Il les a choisies de telle sorte que l'inclinaison de la lunette soit invariable. On pouvait passer de l'une à l'autre simplement en faisant tourner la lunette autour d'un axe vertical. — Ce mouvement devait s'effectuer avec douceur et régularité. — L'emploi de l'altazimut de l'observatoire de Strasbourg a permis de satisfaire aisément à ces conditions. La lunette était placée horizontalement. Les deux directions n'ont pas été choisies à 180° mais à 90° l'une de l'autre, situées de part et d'autre du méridien, respectivement dans les directions Nord-Est et Nord-Ouest.

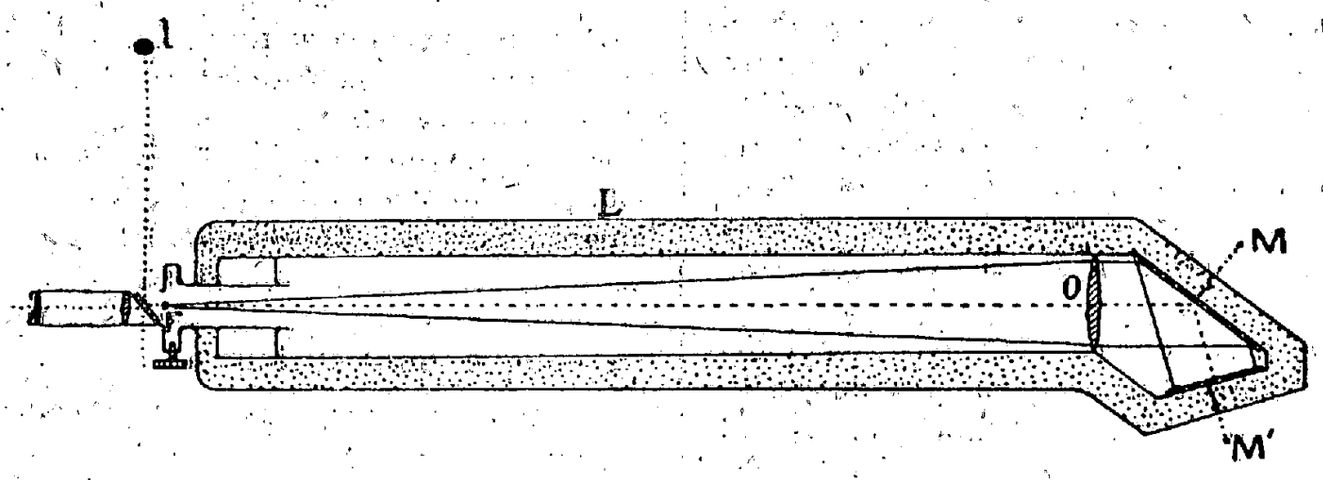


Fig. 397.

La coupole abritant l'instrument était hermétiquement close, seule la petite lampe servant à l'éclairage du réticule a été conservée.

Enfin, une série d'essais infructueux avec l'appareil tel que nous venons de le décrire a montré qu'il y aurait avantage à fixer devant l'objectif non un seul miroir mais plusieurs convenablement inclinés les uns sur les autres. On a donc employé deux miroirs M et M' faisant entre eux un angle d'environ 54 degrés, celui de la normale au premier avec l'axe optique de l'objectif étant aussi de 54 degrés (fig. 397).

On pouvait s'attendre à constater des effets fonctions du mouvement de la Terre sur son orbite (période : jour solaire) et des effets dus au mouvement de la Terre dans l'espace (période : jour sidéral). Afin de séparer ces deux effets, il a été nécessaire de poursuivre ces expériences pendant de longs mois.

Résultats : Si l'on porte sur une graphique, en abscisses les heures de temps solaire moyen, auxquelles ont été faites les observations, et en ordonnées les différences des lectures faites dans les deux directions, les points représentatifs se disposent sans aucun ordre apparent (fig. 398 A).

Donc au degré de précision dont les mesures sont susceptibles, il n'existe aucun effet provenant du mouvement de la Terre sur son orbite autour du Soleil.

Si au contraire, on porte en abscisses les heures sidérales, les points représentatifs se disposent suivant une sinusoïde (fig. 398 B) qui coupe l'axe des abcisses vers 9 h. et 21 h. et atteint ses maxima et minima vers 13 h. et 3 h.

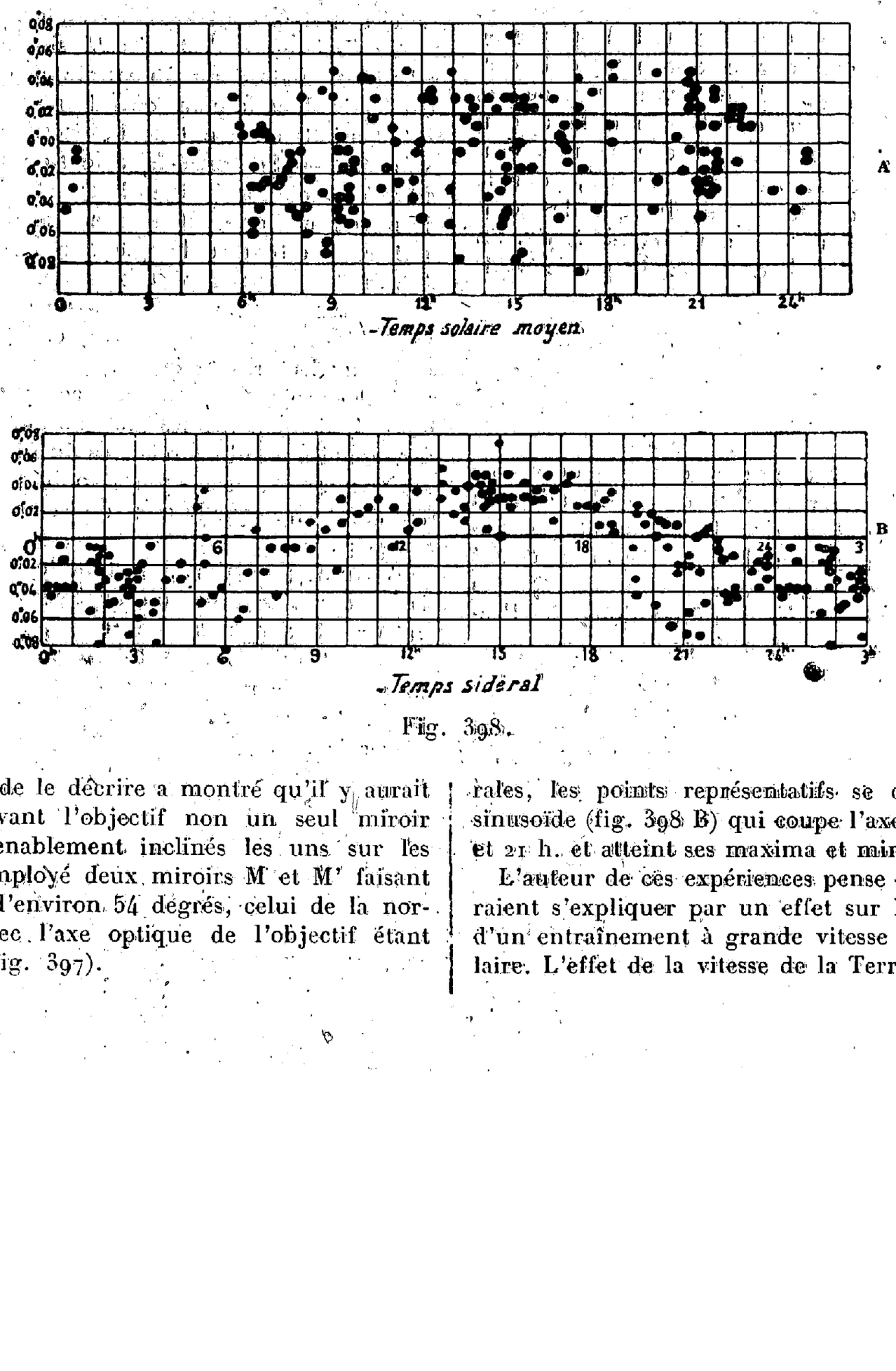


Fig. 398.

L'auteur de ces expériences pense que ces résultats pourraient s'expliquer par un effet sur les lois de la réflexion d'un entraînement à grande vitesse de notre système stellaire. L'effet de la vitesse de la Terre sur son orbite serait

une dissymétrie optique qui serait vraisemblablement de révolution autour de la direction de la vitesse d'entraînement de la galaxie.

M. Esclangon poursuit à Strasbourg cet intéressant travail. Nul doute qu'il apportera dans un proche avenir des confirmations ou des développements.

R. B.

Chimie physique

Etude de la structure des métaux par les rayons X. — Les rayons X peuvent fournir avec les cristaux des phénomènes de diffraction susceptibles de nous renseigner sur la symétrie cristalline. Ces phénomènes de diffraction sont de trois sortes : 1° ceux qui se rapportent aux recherches de Laüe, qui ont montré qu'un faisceau de rayons X traversant un cristal fournit des tâches régulièrement disposées ; 2° ceux qui se rapportent aux expériences des deux Bragg, faites avec les rayons X monochromatiques sur un cristal tournant; 3° ceux qui se rapportent aux expériences de Debye et Hull, où l'on étudie, au moyen d'un faisceau monochromatique, des cristaux réduits à l'état de poudre fine, qui donnent, sur un même cliché, l'ensemble de toutes les raies fournies par la technique de Bragg.

Récemment, au cours d'une conférence faite devant la Société Chimique de France, M. H. Weiss a exposé l'ensemble des résultats que ces méthodes ont permis d'obtenir sur la structure des métaux et des alliages. (*Bulletin de la Société Chimique de France*, juillet 1928). Nous allons résumer ici ce qui concerne les métaux purs.

1. Les techniques métallographiques, le microscope par exemple, avaient montré que les métaux et les alliages sont constitués par des agrégats de petits cristaux qui, dans certaines conditions de préparation, sont juxtaposés suivant les lois du hasard. L'étude de ces métaux, faite par Hull au moyen de sa méthode, a fourni des résultats intéressants sur la forme de leurs cristaux : le chrome, le manganèse, le tungstène, le molybdène, le tantale, le fer α, auraient des mailles cubiques centrées, de tailles spécifiques pour chaque métal ; le cobalt α, le nickel, le radium, le palladium, l'iridium, le platine, le cuivre, l'or, l'argent, l'aluminium, auraient des mailles cubiques à faces centrées ; le cobalt β, le zinc, le cadmium, le ruthénium, des mailles en prisme hexagonal.

2. Le travail de Hull a été complété, quelques années plus tard, par les recherches de deux métallographes suédois, Westgren et Phragmen.

L'un des problèmes les plus importants de la métallographie du fer est l'étude de ses transformations allotropiques. Ce sont elles qui sont à la base du phénomène de la trempe et qui conditionnent les propriétés tout à fait particulières des aciers à forte teneur en manganèse ou en nickel, dits austénitiques. C'est pourquoi il attira tout d'abord Westgren.

La méthode utilisée consiste à porter un fil de fer, placé dans le vide ou dans un courant de gaz inerte, à diverses températures, soit 20, 800, 1.100, 1.450 degrés et à prendre des spectrogrammes du fil à chacune de ces températures.

A 20°, on est dans la zone du fer α ferromagnétique, la ferrite des métallographes ; les mesures montrent qu'on a affaire à un réseau cubique centré, le côté du cube étant de 2.87 U. A. A 800°, on obtient le spectre du fer β des physiciens que les métallographes n'ont jamais pu différencier de la ferrite ; c'est le même type de réseau, légèrement dilaté par suite de l'élévation de température ; le côté de la maille est de 2,90 A. A 1100°, on est en plein dans la région du fer γ (austénite) ; la position relative des raies a complètement changé ; il s'agit d'un réseau cubique, mais à faces centrées, le côté du cube étant de 3,63 A. A 1450°, on est dans la région du fer δ, qui n'a jamais été vu par la micrographie, mais dont l'existence, découverte par des mesures magnétiques, explique certaines particularités dans la cristallisation des lingots de fer.

Dans leur étude des propriétés magnétiques du fer, P. Weiss et Foex avaient montré que cette variété semblait être un prolongement, un recommencement de la variété α après la discontinuité du fer γ. L'allure du spectre de rayons X montre qu'il s'agit d'un réseau de cubes centrés, le côté du cube étant 2,93 A. C'est l'influence qu'a pu avoir la dilatation thermique sur la maille du fer α. C'est une remarquable confirmation des idées de P. Weiss et Foex.

Des mesures analogues, faites sur les aciers austénitiques à 25 o/o de nickel trempé, ont confirmé la structure trouvée pour le fer γ.

La martensité, qui est le constituant micrographique des aciers au carbone trempés sec, a, au contraire, le réseau cubique centré du fer α. C'est un nouvel appui pour la théorie de la trempe des aciers qui avait déjà pris le pas sur les autres pendant ces dernières années.

3. Les mêmes auteurs ont fait une étude analogue sur les variétés allotropiques du manganèse. Le manganèse obtenu par électrolyse est un métal relativement ductile ; abandonné à lui-même pendant une quinzaine de jours, il se transforme spontanément en un métal plus dur. Le manganèse obtenu par fusion est, au contraire, dur au point qu'on peut le pulvériser. L'existence de plusieurs variétés allotropiques était donc vraisemblable, mais elle n'avait pu être précisée par les méthodes habituelles. Une série de spectrogrammes de poudres, pris sur des échantillons obtenus par divers modes de préparation, a montré l'existence de 3 variétés de manganèse qui, suivant les circonstances, se trouvent pures ou mélangées. Chacune a un spectre caractéristique.

La variété γ obtenue par électrolyse a un réseau quadratique à faces centrées, contenant 4 atomes par maille. Les dimensions de celle-ci sont 3,774-3,533 U. A. Elle n'est sans doute stable qu'aux très basses températures et se transforme spontanément en la variété α à la température ordinaire. Celle-ci, stable au-dessous de 650° environ, est d'une maille cubique à structure interne compliquée. Le côté du cube est de 8,895 A. La maille contient 56 atomes.

Enfin, la variété β, stable aux hautes températures, obtenue par trempe ou par aluminothermie, a également un réseau cubique à maille compliquée. Le côté du cube est de 6,289 A, ou peut être de 12,578 A. La maille contient 20 ou 160 atomes.

A. Bc.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Génie maritime

Les navires pétroliers. — De tous les navires à destination spéciale, le pétrolier occupe, dans l'actualité technique, une place des plus importantes, aussi bien du fait de la part grandissante qu'il représente dans la production des chantiers navals, que par la nature des difficultés que sa conception moderne comporte.

D'autre part, le développement des utilisations multiples du combustible liquide, a fait du transport par mer du mazout (pétroles et huiles pour moteurs et chaudières) une fonction économique essentielle, intéressant la sécurité industrielle aussi bien que la défense nationale des Etats.

L'ensemble des navires pétroliers, non compris les chalands ni les unités de moins de 1.000 tonneaux, représentait en juin 1914, pour le monde entier, un total de 1.479.000 tonneaux de jauge brute, ce qui correspondait à la proportion de 3,5 o/o de l'effectif des marines marchandes. En juin 1927, la jauge brute mondiale des pétroliers était passée à 5.916.000 tonneaux et la proportion s'élevait à près de 10 o/o.

En 1927, 99 pétroliers ont été lancés, jaugeant au total 542.437 tonneaux; la construction britannique entre, à elle seule, dans cet ensemble, pour 62 navires et 305.781 tonneaux. Il est à remarquer que le Danemark et la Suède sont représentés respectivement par les chif-

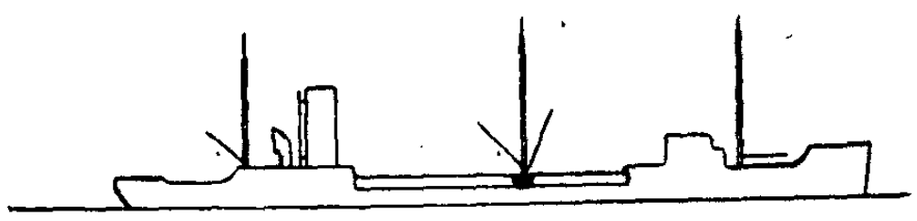


Fig 399. — Silhouette d'un pétrolier.

fres, relativement considérables, de 42 et 44.000 tonneaux environ. La France n'a lancé qu'une seule unité en 1927 mais il faut considérer qu'elle avait en construction, fin mars 1928, 10 navires jaugeant un total de 75.820 tonneaux.

La conception du pétrolier doit répondre à un certain nombre d'exigences, dont la moindre n'est évidemment pas celle de la sécurité. La préoccupation du risque d'incendie a fait conserver, pendant longtemps, l'usage de la voile pour ce genre de transport, et l'on peut voir encore en service de très beaux bâtiments à trois et quatre mâts, construits en acier, lesquels ont contribué particulièrement à prolonger le déclin de la marine à voiles de long cours. Les nécessités modernes ont fini par imposer la propulsion mécanique, moins encore d'ailleurs du point de vue de la vitesse que de celui de la régularité des transports. Il s'est trouvé, en outre, que l'essor extrêmement rapide du moteur à combustion interne est venu apporter au problème une solution particulièrement adéquate, en éliminant la machine à vapeur et surtout sa redoutable chaudière.

Les pétroliers les plus récents se classent, par leurs dimensions, parmi les plus grands navires de charge, avec des déplacements qui atteignent l'ordre de 15 et même 20.000 tonnes, ce qui correspond à des longueurs de 135 à 150 mètres. Un seul de ces navires peut transporter, assez couramment, un poids de mazout de l'ordre de 10.000 tonnes. Les types actuels sont munis de moteurs Diesel (il existe toutefois un nombre assez considérable de pétroliers à vapeur), disposés ordinairement en deux groupes, développant des puissances de 3 à 4.000 HP, et même plus. Les vitesses de route sont de 11 à 12 nœuds en moyenne.

Ces navires présentent un aspect très caractéristique, du fait de l'emplacement de la machinerie à l'arrière, ce qui l'isole plus complètement des citernes, et aussi de l'apparence plus dégagée du pont, les engins de chargement étant ici réduits à leur plus simple expression, grâce aux moyens de pompage puissants dont disposent les ports.

La coque doit être particulièrement robuste et rigide, afin que les joints du compartimentage intérieur ne subissent pas de fatigue excessive par gros temps. Dans ce but, on emploie volontiers le système de construction *Isherwood*, à membrures longitudinales continues. La cale est divisée en citernes distinctes, par des cloisons transversales et une ou deux cloisons longitudinales régnant d'une extrémité à l'autre.

Il est à peine besoin d'ajouter, enfin, que les dispositifs de protection continue et de lutte éventuelle contre l'incendie doivent faire l'objet d'une étude très attentive.

LOUIS BASSO.

Eclairage

Les lampes à arc modernes. — Si les lampes à arc ne sont plus très utilisées pour l'éclairage, du moins conservent-elles encore quelques applications importantes, notamment comme source d'ultra-violet; les recherches les concernant sont loin d'être closes. M. M. Leblanc a donné récemment, à leur sujet, quelques indications intéressantes (*Bulletin de la Société française des Electriciens*, juin 1928)

1. On trouve dans l'Elektrotechnisch Leitschrift du 9 décembre 1926 la description d'une nouvelle lampe à arc, à lumière jaune, dont la durée des charbons est de 120 h. La tension entre électrodes est de 42 volts. On protège la région du globe qui donne issue à la plus grande partie des rayons lumineux en l'entourant d'un second globe annulaire qui empêche le refroidissement du globe intérieur et contraint la poussière de charbon à se déposer dans les régions plus froides. Le rendement lumineux est d'environ 25 lumens par watt.

2. *L'Illuminating Engineering* de novembre 1926 a donné la description d'un arc dont les deux électrodes sont contenues dans un tube de quartz, ce qui permet d'obtenir des arcs longs de 7 à 8 cm., dont le spectre est spécialement riche en ultra-violet.

La flamme est la partie de l'arc qui émet la plus grande partie du rayonnement ultra-violet; les électrodes en émettent très peu. L'intensité de ce rayonnement croît très vite avec la tension appliquée entre les chabrons, le courant dans l'arc et aussi la longueur de celui-ci.

3. Un très grand nombre d'arcs à électrodes de tungstène à air libre, pour courant continu ou pour courant alternatif, sont maintenant utilisés, particulièrement en Angleterre, pour produire l'ultra-violet médical. Ils permettent de constituer des appareils facilement portatifs et d'un prix d'achat peu élevé. Mais ces avantages qu'ils présentent sur les lampes à vapeur de mercure en quartz sont malheureusement compensés par une moindre facilité d'utilisation; l'arc n'est pas très stable et il émet des fumées désagréables; il faut, en outre, remplacer périodiquement les électrodes.

4. Les lampes en quartz à vapeur de mercure sont actuel-

lement très répandues dans les laboratoires et dans les cliniques. Aussi trouve-t-on des modèles d'un fonctionnement régulier, peu encombrants et d'un prix modéré.

M. Cotton a présenté à la Société française de Physique, le 4 février 1927, un arc à vapeur de mercure à grand éclat, particulièrement utile pour les mesures de pouvoir rotatoire et de biréfringence.

M. Dunoyer a présenté, à la Société française de Physique, le 18 mars 1927, un arc à vapeur de mercure en pyrex, à grand éclat, dans lequel la source de lumière est la colonne positive de l'arc. Il a obtenu des brillances de 200 bougies par cm² sur l'axe de la colonne lumineuse longue d'une trentaine de millimètres, alors que la brillance de l'arc Cooper Hewitt est seulement de 2 à 3 bougis par cm².

A. Bc.

Variétés

Une librairie automobile dans le Massachusetts (U.S.A.). — On sait que la municipalité de Münich a transformé un tramway en bibliothèque roulante pour desservir les abonnés éloignés du centre de la ville. L'*Exportateur Français* du 23 août 1928 signale qu'il existe une librairie automobile dans le Massachuchetts. Le fonds comprend environ 500 ouvrages dont les sujets ont été choisis par un jury composé de spécialistes des questions d'enseignement. On a retenu les meilleurs ouvrages de littérature contemporaine : romans, poésies, récits de voyages, etc. « Nous avons la faiblesse de croire qu'il n'est pas si difficile qu'on veut bien le dire de faire un choix de ce genre pour peu qu'on ne s'embarrasse pas l'esprit d'une vaine idéologie, dit l'*Exportateur Français*, et nous applaudissons sans réserve, ajoute-t-il, à l'initiative prise par les deux jeunes élèves du Radcliff College qui pilotent cette librairie automobile en ne se préoccupant que de répandre autour d'eux des idées saines. »

L. R.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 29 octobre 1928.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *W. Saxer* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la structure des familles normales de fonctions méromorphes.**

GÉOMÉTRIE. — *Piazzolla-Beloch.* — **Sur les surfaces du troisième ordre possédant des courbes à branches enchaînées.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Bertrand-Gambier.* — **Sous-groupes du groupe des homographies. Application à l'étude des courbes gauches.**

HYDRODYNAMIQUE. — *R. Mazet* (prés. par M G. Kœnigs). — **Sur le début de l'écoulement par un déversoir en mince paroi.**

HYDRAULIQUE. — *L. Escande* (prés. par M. Rateau). — **L'écoulement sur les barages déversoirs.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Ch. Fabry.* — **Sur le rôle des atmosphères dans les occultations d'astres ayant un diamètre apparent sensible.**

La brillance d'un astre occulté ayant un diamètre apparent n'est pas changée par la réfraction ; s'il y a diminution de brillance, elle ne peut être attribuée qu'à l'absorption. Si on suppose celle-ci négligeable, le problème se réduit à trouver la forme du contour apparent de l'astre occulté, question qui est résolue par les formules de l'auteur. Lors de l'immersion, la surface apparente de l'astre occulté va en diminuant et tend vers zéro. Ces phénomènes, très rares d'ailleurs peuvent se produire dans les occultations d'une planète par une autre.

MAGNÉTISME. — *P. Weiss* et *G. Foëx.* — **Sur les moments atomiques.**

Les auteurs qui ont voulu contrôler certaines théories actuelles ayant pour objet soit de mettre en rapport les moments déduits des mesures magnétiques, les principes de dynamique atomique et les modèles électroniques de l'atome, soit de les comparer avec les moments qui proviennent d'autres sources.

Dans ce but, ils ont réuni, en un tableau, des données numériques relatives à différents métaux. On voit que plusieurs des atomes ou ions existent dans des états différents pour lesquels la détermination numérique du moment n'est pas encore faite d'une manière sûre.

OPTIQUE. — *J. Ullmo* (prés. par M. Ch. Fabry). — **La polarisation dans la théorie des *quanta de lumière*.**

L'auteur cherche à démontrer que les phénomènes de polarisation peuvent s'interpréter comme des effets statistiques dus à la distribution et à l'ordonnance dans l'espace des photons, sans aucune hypothèse particulière sur leur structure interne.

SPECTROSCOPIE. — *A.-T. Williams* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur les raies ultimes du mercure et de l'aluminium.**

Aux raies ultimes (doublets $^2S^2P$) de l'atome neutre des éléments de la première colonne du Tableau périodique correspondent, comme raies ultimes, les doublets des atomes ionisés des éléments de la seconde colonne, ainsi que les doublets des atomes doublement ionisés des atomes de la troisième colonne. Dans la quatrième colonne, le silicium présente, parmi ses raies ultimes, un doublet de l'atome simplement ionisé.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *M. Prettre* et *P. Laffite* (prés. par M. Le Chatelier). — **Sur la température d'inflammation des mélanges d'hydrogène et d'air.**

Si, à l'aide des chiffres trouvés par les auteurs, on construit la courbe des températures d'inflammation en fonction des compositions, celle-ci est rectiligne entre 10 et 60 p. 100 d'hydrogène ; au-delà elle s'incurve et les températures d'inflammation s'élèvent très rapidement. La composition à partir de laquelle la température d'inflammation croît très rapidement correspond sensiblement à la limite supérieure d'inflammabilité des mélanges hydrogène-air à la température ordinaire.

— *A. Travers* et *Malaprade* (prés. par M. C. Matignon). — **Sur un nouvel acide fluoborique.**

Les expériences ont montré que BO^3H^3 réagit instantanément sur HF pour donner un acide fluoborique différent de BF^4H et dont le sel est facilement décomposable par les alcalis ; BF^4H se forme ensuite lentement dans le milieu obtenu, jusqu'à ce qu'on atteigne un état d'équilibre entre les deux acides fluoboriques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *R. Delaby* et *P. Dubois* (prés. par M. A. Réhal). — **Sur la formation de l'alcool allylique Préparation de formines de la glycérine.**

L'alcool allylique a été préparé par MM. Delaby et Dubois au moyen de l'acide formique avec des rendements notablement supérieurs à ceux de tous les procédés décrits jusqu'ici. En outre, ils ont pu isoler, de la glycérine, une monoformine et une diformine, et obtenir des formines par action du formiate de sodium sur les halohydrines de la glycérine.

L. Franchet.

GÉOGRAPHIE. — *R. Bourgeois.* — **Sur les travaux exécutés par le Service géographique en 1926 et 1927.**

En France, la nouvelle triangulation a été poursuivie activement dans le Nord et le Nord-Est afin de servir de bases aux levés à grande échelle de ces régions frontières.

La triangulation du Maroc se poursuit également. Au Levant, le réseau de premier ordre est déjà très développé, du moins si l'on n'envisage que la partie montagneuse en bordure du littoral, la partie désertique offrant moins d'intérêt.

Les levés topographiques réguliers ont été menés ou Maroc, au Levant et en Tunisie dans les conditions habituelles.

Le Rapport fournit des précisions nouvelles sur le stéréotopographe imaginé par M. Poivilliers pour l'exploitation des photographies terrestres ou aériennes, en utilisant l'effet stéréoscopique qui vient d'être construit par la Société d'Optique et de Mécanique de précision.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Charles Nicolle* et *Charles Anderson.* — **Un nouveau spirochète récurrent, pathogène pour le cobaye, *Sp. sogdianum*, transmis par *Ornithodorus papillipes*.**

Ce spirochète a été isolé de tiques appartenant à l'espèce *Orn. papillipes*, en provenance de Boukhara (Turkestan russe). Le cobaye est l'animal réactif. Sa fièvre récurrente est grave; chaque accès se termine par une véritable crise. Le virus peut être facilement entretenu par passages sur cobayes. Une première atteinte par *Sogdianum* laisse à sur sa suite une immunité vis-à-vis de ce spirochète.

Les auteurs ont pu faire transmettre *Sp. sogdianum*, par la piqûre des deux tiques africaines, préalablement infectées à l'état nymphal, *Orn. moubata* et *Orn. normandi*.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L. Maume* et *J. Dulac* (prés. par M. Molliard). — **Corrélation entre l'antagonisme positif et l'absorption par le végétal.**

En présence d'une même quantité d'un sel de chaux, et dans les conditions où les auteurs se sont placés, le blé absorbe des quantités de calcium variables avec la concentration de l'autre élément.

A l'égard de ces sels de chaux, la substance ajoutée a un rôle inhibiteur.

Pour des concentrations de la substance ajoutée qui vont de N/2000 à N/5, la série des teneurs en CaO des feuilles de blé est une fonction décroissante des logarithmes des volumes équivalents de cette substance.

ZOOLOGIE. — *Charles Pérez* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Sur le cycle évolutif des Rhizocéphales du genre *Clorogaster*.**

Chez les *Chlorogaster*, les pontes successives sont formées et incubées dans des sacs viscéraux régénérés, se substituant exactement à chaque fois, en nombre et en situation, à ceux de la poussée précédente; si cette blastogenèse aux dépens d'un système persistant de racines rappelle un peu les processus décrits, chez les *Thompsonia*, la régénération sur place, conservant la fixité du nombre issu de la multiplication polygerminale primitive, constitue une spécialisation plus évoluée, et dont on ne connaissait jusqu'ici aucun exemple dans l'histoire des Rhizocéphales.

Les *Chlorogaster* apparaissent ainsi par leur cycle évolutif, beaucoup plus éloignés des *Peltogaster* que la seule anatomie de leurs sacs viscéraux n'aurait permis de le supposer.

PSYCHOLOGIE ANIMALE. — *J. Legendre* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **La psychologie de *Culex pipiens*.**

Si les femelles de *C. pipiens* n'ont pas à leur disposition l'eau nécessaire, l'émission des œufs à sec, qui amènerait la mort des larves y contenues, ne se produit pas. La femelle ne se libère de ses œufs que quand les conditions lui paraissent propices à sa progéniture. L'émission des œufs est donc chez elle un acte volontaire.

La femelle de *C. pipiens*, qui meurt ordinairement le jour ou le lendemain de la ponte, ne cherche pas, par cette rétention volontaire de ses œufs, à prolonger son existence puisqu'elle pond, même en captivité, quand elle a de l'eau à sa disposition.

P. GUÉRIN.

Séance du 5 novembre 1928.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *G.-C. Moisil* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les variétés fonctionnelles.**

— *Mandelbrojt* (prés. par M. Jacques Hadamard). — **Quelques théorèmes nouveaux sur les singularités des séries de Dirichlet.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *K. Abromowicz* (prés. par M. Emile Borel). — **Transformation des fonctions automorphes.**

— *C. Valiron* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur les valeurs d'une fonction méromorphe dans le voisinage d'une singularité.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *A.-Th. Massloff* (prés. par M. Goursat). — **Sur une classe de congruence W.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *R. Swyngedauw* (prés. par M. Kœnigs). — **Sur les relations qui relient entre eux les divers glissements à distinguer dans la transmission par courroie.**

TOPOGRAPHIE. — *H. Roussilhe* (prés. par M. Pichot). — **Sur la restitution correcte d'une figure à trois dimensions (application aux photographies aériennes).**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Th. de Donder.* — **Généralisation relativiste de la nouvelle théorie d'Einstein.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Carl Störmer* (prés. par M. H. Deslandres). — **Sur un écho d'ondes électromagnétiques courtes arrivant plusieurs secondes après le signal émis, et sur explication d'après la théorie des aurores boréales.**

En 1927, M. Jörgen Hals avait observé dans un radio, émis par la station P. C. J. J. de Philips à Eindhoven, un écho de signaux arrivant environ 3 secondes après le signal original. M. Störmer a étudié ce très important phénomène et pense que cet écho doit provenir de l'espace cosmique situé au-delà de l'orbite de la Lune. Il avait déjà trouvé en 1904, par l'analyse mathématique que des corpuscules électriques venant de très loin, du soleil par exemple, ont dû être déviés par le magnétisme terrestre de telle sorte qu'il se crée autour de la Terre un immense espace de forme toroïde à l'intérieur duquel les corpuscules ne peuvent pénétrer.

MÉTÉOROLOGIE. — *H. Mémery.* — **L'été 1928 et les variations solaires.**

C'est dans les variations solaires que l'on devrait trouver l'explication des hautes températures de l'été de 1928, 1° parce que cette année est celle du maximum de la période solaire commencée en 1923; 2° parce qu'une recrudescence importante des taches solaires et des facules s'est manifestée depuis le mois de juin jusqu'au mois d'octobre 1928. En 1927, il y a eu un été frais et pluvieux avec une diminution générale des taches solaires, tandis qu'en 1928, l'été a été sec et chaud avec augmentation des taches comme dans les étés de 1921, 1906, 1904, 1893, 1892, 1887, 1884, 1881, etc.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *C. Dauzère* (prés. par M. G. Ferrié). — **Sur un orage observé au Pic du Midi et sur la formation de la grêle.**

Le cumulo-nimbus venant de l'Est est venu, lors de

l'orage du 16 juillet 1928, se heurter contre le Pic et la crête de Conques. Il avait été dérivé brusquement vers le haut par cet obstacle et porté rapidement à l'altitude des cirrus (5.000 m. environ). Le contact des aiguilles de glace de ces derniers avec les gouttelettes en surfusion des cumulo-nimbus a déterminé la congélation brusque de ces gouttelettes et la formation de noyaux de grêlons. Ainsi se trouve démontrée l'influence du relief et celle de l'électricité atmosphérique sur la formation de la grêle.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *L. Aufrère* (prés. par M. Bourgeois). — **L'orientation des dunes et la direction des vents.**

Dans cette Note, l'auteur étudie les deux types de dunes continentales : 1° les chaînes de sable, dunes longitudinales, parallèles aux vents dominants et qui ne présentent pas de dyssimétrie systématique; 2° les vagues de sable, qui sont des dunes transversales, de sioufs ou des barchanes perpendiculaires aux vents dominants et dyssimétriques par rapport aux vents.

GÉODÉSIE. — *Mario Bossolasco* (prés. par M. G. Perrier). **Sur l'ellipticité de l'équateur terrestre.**

M. Bossolasco montre sommairement que l'ellipse équatoriale déduite des mesures gravimétriques doit être allongée, non dans la direction du méridien de Greenvich, mais dans la direction exactement normale, sans altération de forme.

CHRONOMÉTRIE. — *P. Ditisheim* (prés. par M. Bigourdan). — **Correction de l'effet du champ magnétique sur la marche des montres.**

Le système proposé par M. Ditisheim comporte l'emploi d'un spirale d'élinvar et d'un affixe compensateur. A côté du dispositif de l'affixe compensateur vissé sur un anneau continu, un deuxième type destiné aux montres d'épaisseur ou de diamètre réduits comporte un disque d'acier sectionné, dans le corps duquel se trouve soudé l'affixe destiné à la retouche de la compensation.

PHYSIQUE. — *Ch. Fabry.* — **Remarques sur la diffusion de la lumière et des ondes hertziennes par les électrons libres.**

Dans les ondes longues, les masses ionisées dans la haute atmosphère peuvent renvoyer les ondes avec une grande intensité, même si la densité des ions est peu élevée. Ce phénomène est peut-être en corrélation avec le phénomène d'écho observé parfois en radiotélégraphie.

— *L. Décombe* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Les pellicules sphériques électrisées et les orbites privilégiées de Bohr-Sommerfeld.**

L'auteur est conduit à énoncer que sur toute orbite privilégiée, les moyennes quadratiques des vitesses radiale, azimutale et totale réduites, c'est-à-dire rapportées à la vitesse de la lumière, sont égales chacune à un nombre entier de fois la fréquence réduite de la révolution orbitale.

— *M. Ponte* et *Y. Rocard* (prés. par M. Ch. Fabry). — **L'effet Raman dans le domaine des rayons X.**

M. de Broglie a montré précédemment qu'après diffusion par un corps, la structure d'une raie X est plus complexe que celle de la raie incidente. MM. Ponte et Rocard ont étudié le phénomène sur la raie K_α du molybdène diffusée par le graphite : on trouve, alors, en plus de cette raie et du côté des fréquences décroissantes, une raie satellite dont la différence de fréquence, par rapport a $K_{\alpha'}$, est précisément égale à la limite K du carbone. Ce phénomène n'est autre qu'un effet Raman analogue à celui récemment découvert en optique.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *A. Féry* (prés. par M. Perrin). — **Variation de la résistivité des couches minces de platine en fonction de l'épaisseur et la température.**

L'auteur montre que la très grande diversité des résultats obtenus par les nombreux chercheurs relativement aux propriétés des couches minces de platine provient de l'existence de toutes les formes intermédiaires entre deux variétés de dépôts : le dépôt noir et le dépôt brillant. Le dépôt noir paraît être une limite à ces formes, au même titre que le dépôt brillant. La forme noire est absorbante, résistante et catalytique. M. A. Féry ne se pornonce pas encore sur la nature de la différence existant entre les deux dépôts : structure cristalline, combinaison chimique ou état d'agrégation.

MAGNÉTISME. — *G. Foex* (prés. par M. P. Weiss). — **La cristallisation des substances mésomorphes dans le champ magnétique. Obtération d'un solide à molécules orientées.**

Lorsqu'on chauffe une substance dans le champ magnétique jusqu'à ce qu'elle soit entièrement fondue, on obtient un solide fortement anisotrope. On laisse alors refroidir pour produire la cristallisation; la surfusion se trouve évitée et l'on constate que le coefficient d'aimantation reste rigoureusement invariable au cours de la solidification; il conserve ensuite la même valeur jusqu'à la température ordinaire. L'orientation des molécules dans le solide ainsi préparé est la même que dans la phase nématique orientée.

Le solide que l'on obtient dans le champ par cristallisation de phase smectique est anisotrope, mais contrairement à ce que donnent les nématiques, le diamagnétisme est plus fort dans la direction du champ orientant que dans la direction horizontale perpendiculaire.

OPTIQUE. — *P. Daure* (prés. par M. A. Cotton). — **Étude des radiations secondaires observées dans la diffusion moléculaire de la lumière par les fluides (effet Raman).**

L'auteur a fait une étude photométrique du rapport entre les intensités de deux raies de fréquences caractéristiques opposées et une étude de la variation d'intensité des raies secondaires de même fréquence caractéristique avec la longueur d'onde de la raie excitatrice.

MINÉRALOGIE. — *P. Gaubert.* — **Sur la structure des cristaux de heulandite.**

Les secteurs et les bandes des cristaux de heulandite sont dûs à la présence de matières étrangères qui peuvent provoquer diverses orientations du plan des axes optiques et modifier l'écartement de ces derniers. Si l'on tient compte du mode d'accroissement des cristaux, on verra qu'une même plage peut montrer des propriétés optiques très diverses, comme Descloizeaux l'avait signalé jadis.

L. FRANCHET.

GÉOLOGIE. — *H. Douvillé.* — **Le Pic de Rébenacq et ses roches éruptives.**

Le champ de filons que l'auteur passe en revue semble se prolonger dans la direction Nord-Ouest vers le château de Bitaubé et la route de Bel Air, parallèlement à la bande de Tras; dans cette partie la direction s'infléchit vers l'Ouest. Vers le Sud les gisements d'ophite que la carte signale sur la route de Sévignac à Nay paraissent devoir être attribués à la même théralite.

Toutes ces roches constituent une même unité géologique, soit qu'elles soient grenues (et à rapprocher des Céróndrites de Madagascar), soit que devenant microlithiques, et à texture ophilique intersertale, elles présentent les caractères des dolérites.

BOTANIQUE. — *J. Costantin.* — **Une station fongique nouvellement créée dans la forêt de Fontainebleau.**

En rendant compte des nouveaux essais qu'il a poursuivis dans la forêt de Fontainebleau, l'auteur apporte une nouvelle preuve de la possibilité de créer dans les terres en friches où les Chardons rolands abondent des stations artificielles de *Pleurotus Eryngii*, capables de se maintenir au moins quatre ans et de donner une récolte abondante si la saison est propice.

BACTÉRIOLOGIE. — *H. Vincent.* — **L'indice toxique des races du *Bacillus coli*. Nouvelles remarques sur les bases expérimentales de la sérothérapie anticolibacillaire.**

Les expériences relatées dans cette Note paraissent montrer que le pouvoir toxique des colibacilles, est indépendant de la race de ces microbes et de leurs autres particularités biologiques. Par exemple, la toxine la plus active a été donnée par un bacille immobile, sécrétant de l'indol mais ne fermentant pas lactose, dulcite ni saccharose.

L'indice toxique a été variable suivant les souches mises en expérience; il a été tantôt très élevé, tantôt faible, mais se traduisant, néanmoins, dans ce dernier cas, par des paralysies tardives.

MÉDECINE, — *Charles Nicolle, Charles Anderson* et *Jacques Colas-Belcour.* **Etude expérimentale du spirochéte sanguicole du gondi.**

Le gondi est un rongeur nord africain de la famille des Octodontidés, assez rapproché du cobaye.

Une première atteinte par *Sp. gondii* laisse à sa suite une immunité conte le même spirochète; elle ne vaccine pas contre *Sp. normandi* ni *Sp. hispanicum*. Le *Sp. gondii* est vraisemblablement transmis dans la nature par un ornithodore dont les auteurs ont capturé de rares échantillons sur leurs gondis de Matmata ou à leur contact.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Charles Nicolle, Charles Anderson* et *Jacques Colas-Belcour.* — **Premiers essais d'adaptation du spirochète des Poules à divers Ornithodores.**

Dans l'expérience des auteurs, *Sp. gallinarum* s'est conservé dix-huit jours chez des nymphes d'*Orn. marocanus*, alors qu'il était disparu dans le même temps des nymphes d'*Orn. moubata* et d'*Orn. normandi*.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *J. Chaze* (prés. par M. Molliard). — **Sur la localisation et la disparition des alcaloïdes dans l'épiderme de la feuille de tabac.**

D'une manière générale, les cellules des épidermes présentent des quantités très variables de nicotine. Il en est de même des poils. Chez ces derniers, l'exsudation a lieu sous forme de fines gouttelettes, particulièrement nombreuses au bas de la première cellule; à ce moment la teneur en nicotine a très notablement diminué dans la cellule épidermique qui sert de base au poil.

Les téguments de l'ovule de tabac possèdent de la nicotine tandis que la graine en est dépourvue.

— *Marc Simonet* (prés. par MM. Molliard). — **Le nombre des chromosomes chez les Iris des Jardins (*Iris germanica* Hort.)**

Chez certains Iris le nombre des chromosomes est de $n = 12$ et, chez d'autres, de $n = 24$. L'auteur montre que l'étude cytologique des formes horticoles actuelles permet de découvrir des hybrides tétraploïdes, triploïdes, diploïdes, leurs semis de seconde, troisième génération, etc.. possèdent des nombres de chromosomes plus ou moins différents.

Si l'étude des chromosomes peut permettre, comme c'est ici le cas, de déceler la nature et l'origine des plantes cultivées. elle peut en outre, et objectivement, donner de bonnes indications pour les croisements à exécuter.

ZOOLOGIE. — *Marc André* (prés. par M. Th. Gravier). — **Recherches sur le développement post-larvaire du Rouget (*Pteptus autumnalis* Shaw).**

Poursuivant depuis plusieurs années l'étude des *Thrombidiidæ* de la faune française, l'auteur a pu, dans ces derniers mois, parvenir à élever des Rougets qui lui ont donné quatorze nymphes.Ces nymphes (longues de 900 à 1.000 μ) se distinguent immédiatement de tous nos autres Thrombidions indigènes (qui sont d'un rouge plus ou moins vif) par leur couleur blanchâtre, légèrement rosée, ainsi que par la forme en 8 de leur abodomen; en outre, il y a absence d'yeux, ce qui permet de présumer qu'il s'agit d'animaux lucifuges menant une existence hypogée. Dans l'ensemble, leurs caractères permettent de les rattacher indiscutablement au genre *Thrombicula*.

PHYSIOLOGIE. — *Serge Youriévitch* (prés. par M. d'Arsonval). — **Une nouvelle méthode d'enregistrement des mouvements oculaires. Le Cinégraphe oculaire.**

L'appareil consiste en une cavité où le globe, les paupières et les cils se meuvent à leur aise et dont les rebords s'appliquent d'une manière étanche aux parties osseuses entourant l'œil. A cette cavité aboutit un tube relié au tambour de Marey. Les modifications du volume d'air résultant des mouvements du globe et des téguments suffisent pour produire des courbes à grand développement très sensibles, caractérisant les directions et les clignements.

— *Georges Bourguignon* et *Henri Laugier* (prés. par M. d'Arsonval). — **Variations de la chronaxie dans la fatigue par contraction volontaire soutenue, chez l'homme.**

La fatigue produit une variation de la chronaxie portant exclusivement sur le point moteur musculaire, dont la chronaxie augmente, sans dépasser 2 à 3 fois la valeur normale.

La chronaxie du nerf restant invariable, la fatigue engendre un hétérochronisme du nerf et du point moteur musculaire; la rhéobase varie à la fois sur le nerf et sur le point moteur musculaire.Sur le point moteur du muscle. il s'agit de la variation en sens inverse de la rhéobase et de la chronaxie qu'on observe souvent dans les variations expérimentales et pathologiques. Sur le nerf, il s'agit d'une variation de la rhéobase liée à l'hétérochronisme du nerf et du point moteur musculaire que détermine la fatigue.

— *R. Leriche* et *R. Fontaine* (prés. par M. Quénu). — **De la mise en évidence par l'expérimentation d'un système de régulation vaso-motrice périphérique indépendant de la régulation circulatoire générale.**

Il y a dans le système artériel périphérique isolé du système vaso-moteur général des mouvements réactionnels, des vaisseaux indépendants de ceux de la circulation générale.

Les vaisseaux semblent physiologiquement posséder, en dehors de toute connexion avec le système cérébrospinal et avec le système sympathique, la propriété de répondre à une contraction par une dilatation et inversement. La mise en évidence de ce mouvement de bascule autonome permet de comprendre comment l'équilibre circulatoire de nos tissus se maintient en présence des fluctuations incessantes de la circulation générale.

ÉLECTRICITÉ PHYSIOLOGIQUE. — *Philippe Fabre* (prés. par M. d'Arsonval). — **Production d'une onde rectangulaire par la recherche de la chronaxie.**

La vérification de la théorie cinétique que l'auteur a proposée l'a conduit à la recherche d'un dispositif purement électrique, réglant l'admission et la rupture instantanées, d'un courant ainsi que la constance de son intensité. Parmi les principes qu'il a déjà proposés, M. Fabre

s'est attaché, pour des raisons d'économie, à perfectionner celui qui utilise les propriétés de soupape des grilles des triodes.

BIOLOGIE. — *Mme M. I. Leroux-Legueux* (prés. par M. Ch. Gravier). — **Sur quelques points de la reproduction chez les Crustacés Amphipodes : les sacs ovigères temporaires, leur formation, leur rôle.**

Les observations ont porté sur *Grammarus Duebeni* Lillj., espèce commune dans les eaux saumâtres supralittorales de la côte du Calvados. Des coupes effectuées à divers stades chez des femelles ont permis de constater que la paroi de l'oviducte n'est pour rien dans la sécrétion albuminoïde qui précède et accompagne l'émission des œufs. Cette secrétion est produite par une paire de glandes muqueuses relativement volumineuses annexées à l'appareil génital de la femelle.

Dans l'évolution de ces glandes muqueuses, on peut reconnaître une *phase préparatoire* ou de *mise en charge*, une *phase de sécrétion*, une *phase d'excrétion*. Cette dernière phase s'observe immédiatement avant l'arrivée du premier œuf dans l'oviducte et se termine un peu après le passage du dernier œuf. La sécrétion s'écoule par l'oviducte et forme les sacs ovigères temporaires. C'est dans ces sacs ovigères que s'effectuent la maturation et la fécondation des œufs.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Mlle D. Van Stolk, MM. E. Dureuil* et *Heudebert* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Conditions de formation et de destruction de la vitamine D au cours de l'irradiation de l'ergostérol.**

La destruction finale de la vitamine D n'est pas due à l'émission par la lampe à mercure de radiations nuisibles, mais à une oxydation, laquelle, en solution alcoolique, ne peut être évitée entièrement, mais que l'on peut ralentir considérablement en opérant en atmosphère d'azote.

P. GUÉRIN.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. Blas Cabrera y Felipe a a été élu Correspondant pour la Section de Physique, en remplacement de M. S. Arrhenius, décédé.

MM. Le Chatelier et G. Urbain ont été réélus membres de la Commission de contrôle de la circulation monétaire.

Bibliothèque nationale. — L'Exposition annuelle de la Bibliothèque nationale s'ouvrira en janvier prochain rue Richelieu. Elle sera consacrée aux reliures les plus belles et les plus rares que possèdent la Bibliothèque nationale, la Bibliothèque Mazarine, l'Arsenal et Sainte-Geneviève. Cette intéressante exposition nous offrira ainsi une véritable histoire de la reliure depuis le Moyen-Age jusqu'à l'époque romantique.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — *Soutenance de thèses.* — Les thèses suivantes ont été soutenues à la Sorbonne :

22 *novembre.* — M. Bruzan : « *La distribution spatiale du rayonnement gamma du radium dans les milieux dispersifs légers.* »

24 novembre. — M. Consigny : « *Contribution à l'étude des courbes d'ionisations.* »

27 novembre. — M. Milon : « *Recherches sur les calcaires paléolozoïques du Brionérie de Bretagne.* »

1er décembre. — M. Parat : « *Contribution à l'étude morphologique et physiologique du cytoplasme.* »

4 décembre. — M. Luce : « *Etude de l'influence de la courbure des solides sur les phénomènes chimiques et électrolythiques auxquels ils participent.* »

6 décembre. — M. Mâchebœuf : « *Recherches sur les liquides, les stérols et les protéides du sérum et du plasma sanguins.* »

8 décembre. — M. Castau : « *Sur les systèmes de fonctions holomorphes à variétés linéaires lacunaires et leurs applications.* »

— *Cité universitaire.* — Le Conseil général de la Charente a fondé une chambre au profit d'un étudiant originaire de ce département. La somme allouée par le Conseil général sera complétée par une souscription, initiative intéressante et qui doit être signalée car elle peut faciliter la tâche de beaucoup de Conseils généraux désireux de s'associer à l'Œuvre de la Cité universitaire. Dans les Basses-Alpes, déjà, 25.000 francs sur 50.000 ont été réunis par voie de souscription.

Muséum national d'Histoire naturelle. — COURS DE ZOOLOGIE. — M. Ch. Gravier, Professeur, Membre de l'Institut, a commencé ce cours le Mardi, 27 novembre 1928, à dix heures, dans la salle des Cours des Galeries de Zoologie (premier étage), et le continuera à la même heure, le mardi et le samedi de chaque semaine.

1° *Limules.* — Caractères généraux. — Leur organisation; leur distribution géographique; leurs affinités.

2° *Vers.* — Traits essentiels de l'épigamie chez les Annélides Polychètes.

Des démonstrations pratiques auront lieu au Laboratoire et aux Galeries de Zoologie.

Un laboratoire de l'Ecole pratique des Hautes-Etudes, annexé à la Chaire de Zoologie (Vers et Crustacés) du Muséum, est ouvert aux travailleurs pendant toute l'année.

COURS DE BOTANIQUE. — M. L. Mangin, Membre de l'Institut, Professeur a commencé ce cours le Mercredi 28 novembre 1928, à neuf heures et demie du matin, dans l'Amphithéâtre de la Galerie de Minéralogie, et le continuera les Mercredis et Lundis suivants, à la même heure.

Le Professeur continuera l'étude des Algues.

Les excursions et les épreuves pratiques complémentaires du cours seront annoncées par des affiches spéciales.

Ecole Polytechnique. — Un emploi de Maître des Conférences d'Economie politique et sociale est vacant. Les candidats à cet emploi devront adresser leurs demandes au général commandant l'Ecole, 21, rue Descartes, en y joignant un exposé de leurs titres et de leurs services. Les demandes devront être parvenues au plus tard le 10 décembre Elles seront examinées par les conseils de l'Ecole, en vue de la présentation à faire au ministre de la guerre.

Université de Montpellier. — *Faculté de Pharmacie.* — M. Fonzes-Diacon, Professeur est nommé Doyen pour trois ans.

Université de Rennes. — *Faculté des Sciences.* — M. Bugnon, chef des travaux de botanique à Caen, est nommé Maître de Conférences de botanique à Rennes en remplacement de M. Tison, appelé à d'autres fonctions.

Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Tours. — Un concours s'ouvrira le lundi 27 mai 1929 devant la Faculté de Médecine de Paris pour un emploi de Professeur suppléant d'Anatomie et de Physiologie à l'Ecole préparatoire de Tours.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

Université d'Oslo (Norvège). — Un mécène norvégien, M. Conrad Langaard, a offert la somme nécessaire pour l'acquisition en faveur de l'Université d'Oslo de la collection de médailles de Roald Amundsen. L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

La nature de la lumière, par Max Planck. Une brochure in-12 de 30 pages. Albert Blanchard, éditeur, Parii 1927. — Prix : 3 fraics.

Exposé très simple et fait d'un point de vue général et philosophique des considérations qui obligent, à l'heure actuelle, à faire deux hypothèses différentes pour interpréter l'ensemble des phénomènes lumineux : la théorie électromagnétique et la théorie des quanta. L'auteur termine par cette interrogation : « Les rayons lumineux sont-ils constitués eux-mêmes sous forme de quanta, ou bien l'effet des quanta ne se produit-il seulement que dans la matière ? » A. Bc.

Les moteurs à courants alternatifs, par L. Lagron. In-12 (*Nouvelle Encyclopédie électro-mécanique*) de 430 pages et 211 figures. A. Blanchard, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

L'ouvrage de M. Lagron est consacré aux diverses variétés de moteurs à courants alternatifs : moteurs synchrones dont la vitesse est imposée par le nombre de pôles et la fréquence du courant et demeure invariable, quelle que soit la charge; moteurs asynchrones, qui peuvent fonctionner sous une vitesse différente de celles correspondant au synchronisme et qu'on divise eux-mêmes en moteurs à induction et moteurs à collecteur. Toutes les questions concernant la construction, le calcul, le fonctionnement et l'emploi de ces diverses variétés de moteurs,, sont exposées dans le livre que nous analysons et que consulteront avec profit tous ceux qui ont à utiliser du courant alternatif. A. Bc.

L'électrification de la France. (Le gaspillage de nos ressources énergétiques), par M. Mollard, sénateur de la Savoie. In-8 de 228 pages. Dunod, éditeur, Paris.

L'auteur, qui a étudié l'utilisation des forces hydrauliques et du charbon à la production d'énergie électrique dans les divers pays, a été frappé du développement qu'a pris partout cette utilisation, sauf en France. Les pouvoirs publics se sont désintéressés d'une question pourtant vitale par les économies qu'elles nous permettrait de faire et par la liberté d'action qu'elle nous vaudrait. Il serait à souhaiter que le cri d'alarme de M. Mollard fut entendu. Son ouvrage, très solidement documenté, écrit avec chaleur et conviction, mérite d'attirer l'attention de tous les bons esprits qu'intéresse la prospérité de notre pays.

A. Bc.

Principles of radiocommunication, par John Morecroft, aidé de A. Pinto et W. A. Curry, 2e édition. In-8° de 1001 pages. John Willey et Sons, éditeurs, New-York et Chapmann et Hall, Londres.

Nous n'avons pas eu entre les mains la première édition de cet ouvrage, de telle sorte qu'il nous est impossible de faire une comparaison entre les deux éditions. Disons que l'ouvrage actuel semble devoir avoir auprès des lecteurs la même faveur que la première édition. On ne peut utilement résumer ce qu'il contient, car il embrasse à peu près tout ce qui a trait à la radio. Il s'adresse plus particulièrement à l'étudiant ou à l'ingénieur débutant; aussi l'auteur n'a pas craint de rappeler au début les lois fondamentales des courants alternatifs, et tout ce qui a trait aux notions de résistance, self-induction et capacité. La partie relative aux ondes amorties, sans être complètement négligée, est réduite, ce qui est tout à fait conforme à l'état actuel de la science radioélectrique. La grosse partie de l'ouvrage a trait aux tubes à vide, à leur utilisation pour la réception et l'émission. Les derniers chapitres s'occupent de la radiotéléphonie, des aériens et de l'étude de amplificateurs.

Cet ouvrage est clair, les chapitres et les subdivisions nettement tracées; son illustration est abondante. Insistons plus particulièrement sur le grand nombre d'oscillogrammes que l'auteur a cru devoir insérer dans le texte; pour qui connaît l'influence frappante des oscillogrammes, ceci apparaîtra comme une qualité supplémentaire de cet ouvrage. P. Abadie.

Atomstruktur und Atombindung, par Dr J. Stark. In-12 de 192 pages et 15 figures. Polytechnische Buchhandlemg. A. Seydel, Berlin 1928.

L'auteur a étudié, à la lumière des expériences et des théories les plus récentes, les problèmes que soulève la structure des atomes chimiques isolés et leur groupement en molécules.

Le premier chapitre résume les connaissances fondamentales relatives à la structure atomique, à la valence chimique et à l'émission lumineuse. Dans le deuxième chapitre, l'auteur examine en détail la structure atomique des éléments chimiques, en ce qui concerne la constitution du noyau et la répartition des électrons satellites. Enfin, dans le troisième chapitre, il traite des relations réciproques des atomes au sein des molécules chimiques. L'ensemble constitue une étude critique sur les questions les plus actuelles et en pleine évolution de la physicochimie. A. Bc.

La notion d'espèce en chimie, par Jean Timmermans. In-8° de 134 pages avec 15 figures. Gauthier-Villars, éditeurs, Paris, 1928.

L'une des préoccupations les plus importantes d'un chimiste est l'obtention de corps purs, sur lesquels il procède ensuite à des déterminations précises. C'est pour répondre à ces préoccupations que M. Timmermans vient d'écrire un livre très original et très attachant, qui traite de questions généralement fort peu développées dans les ouvrages de chimie ou exposées isolément dans quelques traités de chimie physique. Il étudie successivement : 1° comment définir sans ambiguïté un système physicochimique déterminé; c'est le problème de l'espèce en chimie; 2° comment réaliser un tel système; c'est le problème des corps purs; 3° comment mesurer avec précision et exactitude les constantes physico-chimiques qui le concernent.

On sent, à chaque page, que l'ouvrage a été écrit par un chimiste de laboratoire ayant longuement médité sur ces questions. A. Bc.

Leaf mining insects, par J. C. Needham, Stuart W. Frost and Beatrice H. Tothill. In-8° de 350 pages avec figures. The Williams and Wilkins Company. Baltimore 1928. — Prix : 6 dollars.

Sous le titre « Insectes Mineurs de Feuilles », les auteurs nous présentent une étude cherchant à regrouper, résumer des connaissances actuellement dispersées dans un grand nombre de petites notes et les résultats acquis par eux-mêmes au cours de longues années de recherches.

L'ouvrage débute par plusieurs chapitres généraux donnant les caractères de la feuille comme habitat pour un insecte, les différents types de mines rencontrés, les manières dont les larves percent leurs galeries, les parasites observés, les rapports étroits de certains genres avec des groupes limités de végétaux.

Les quatre ordres d'insectes parmi lesquels se rencontrent les mineurs de feuilles sont passés en revue et des exemples détaillés permettent de comparer certaines ressemblances que présentent ces insectes à habitat semblable mais appartenant souvent à des groupes très éloignés au point de vue des affinités, systématiques. Certaines larves (genre *Lithocolletis*) changent complètement de forme au cours de leur vie, au point de devenir méconaissables; le type de mine qu'elles effectuent se modifie au même moment; les auteurs voient là presqu'une hypermétamorphose.

La présentation simple et très claire réalisée ne manquera pas d'attirer de nombreux naturalistes, même débutants, vers de semblables études de Biologie Comparée, études qui se placent parmi les plus attrayantes et instructives offertes par le monde des Insectes.

B. T.

Les poissons fossiles d'Oran. *Matériaux pour la carte géologique de l'Algérie*, par Camille Arambourg, Collaborateur au Service de la Carte Géologique de l'Algérie. 1re Série. Paléontologie, n° 6. In-4° Tome I, Texte, 298 pages avec 49 figures et 7 tableaux. Tome II, Atlas de 46 planches.

M. Arambourg se consacre depuis plus de 15 ans à l'étude des restes de Poissons du Miocène supérieur (Sahélien) d'Oran : il en a réuni une superbe collection, comprenant plus de 600 pièces complètes; il a examiné en outre les 100 échantillons du Muséum de Paris, les 50 du Service des Mines d'Oran et tout autant de la Faculté d'Alger. Sauvage avait décrit 6 espèces de ce célèbre gisement. M. Arambourg nous fait aujourd'hui connaître 91 types de Poissons fossiles d'Oran, dont 45 nouveaux pour la science.

Grâce à cet important mémoire, nous sommes désormais fixé sur les conditions de genèse de la faune méditerranéenne actuelle, qui se relie très directement au milieu miocène marin. Les genres de Poissons, qui peuplent aujourd'hui la grande mer intérieure sont en majorité originaires du Pacifique : ils ont emprunté pour venir dans nos mers, la voie du grand géosynclinal transverse : ainsi s'expliquent les caractères communs aux mondes ichthyologiques méditerranéen, antillais et japonais.

Ces données paléobiogéographiques sur les faunes littorales marines confirment l'existence de connexions continentales ou tout au moins insulaires africano-sud-américaines jusqu'au début du Néogène : une telle conclusion se dégage également de l'étude des Mollusques, Echinides et Zooanthaires méditerranéo-antillais. Encore maintenant d'ailleurs subsistent des analogies manifestes entre les milieux malacologiques et échinologiques de la Mauritanie et de l'Amérique du Sud.

L. J.

Traité pratique de Navigation aérienne, par A. B. Duval et L. Hébrard avec préfaces de Laurent-Eynac et Verdurand. In-8° de 196 pages avec 120 figures. Gauthier-Villars et Cie éditeurs à Paris. — Prix :

L'ouvrage de MM. A. B. Duval et L. Hébrard est absolument indispensable aux pilotes; il tend à former des navigateurs aériens capables de s'orienter en toutes circonstances. C'est un livre élémentaire, bien ordonné, qui peut rendre les plus grands services aux transports aériens civils et militaires.

On y trouve les règles générales de navigation aérienne estimée et observée, ainsi que des notions précises sur le compas, sa compensation, les autres instruments de bord et de navigation. Le dernier chapitre est consacré à la pratique de la navigation.

« Que dois-je faire pour devenir un véritable navigateur aérien ? » demandait un jeune pilote à M. A. Verdurand. — « Lisez attentivement le traité de Duval et Hébrard » répondit-il. Nous approuvons pleinement ce conseil et nous souhaitons qu'il soit suivi.

Ed. M.

Traité de soudure autogène et d'oxy-coupage, par R. Granjon et P. Rosemberg, Directeur de l'Office central de l'Acétylène et de la Soudure Autogène. In-16 de 300 pages avec 248 figures. Office Central de l'Acétylène et de la Soudure Autogène, éditeur, Paris.

La Soudure Autogène et le Coupage au chalumeau ont fait d'importants progrès; la technique de ces procédés est maintenant fondée sur des bases solides. Les directeurs de l'Office Central de la Soudure Autogène ont donc tenté de réunir en un seul volume, non seulement la technologie complète de la soudure autogène des métaux, mais en outre tout ce qui est nécessaire aux praticiens qui appliquent les traitements aux ingénieurs qui ont la charge de contrôler les applications qu'ils ordonnent.

En un langage clair et précis, MM. R. Granjon et P. Rosemberg ont fait une remarquable synthèse de toutes les notions utiles.

Ils étudient : l'oxygène, le carbure de calcium, l'acétylène, l'acétylène dissous, les chalumeaux oxy-acétyléniques, les postes et la flamme; exposent le détail : des méthodes de soudure, des machines à souder, des caractères de « soudabilité » des métaux et alliages, des produits d'apport etc.... Successivement : les fers et aciers, la fonte, l'aluminium, les cuivres, le plomb et tous les métaux ou alliages usuels sont examinés, au point de vue de la soudure autogène.

La soudure électrique et l'oxy-coupage terminent cet ouvrage essentiellement pratique et complet.

Ed. M.

L'état colloïdal et l'Industrie, par W. Kopaczewski. Tome premier : *Industries des colloïdes*. Tome II : *Applications industrielles des propriétés colloïdales*. Deux vol. in-8° de 326 et 340 pages. Librairie Polytechnique Béranger, Paris et Liège.

Les recherches de plus en plus nombreuses concernant les colloïdes ont indiqué que ces substances ne comprennent pas, comme on l'avait cru tout d'abord, un petit groupe de corps, mais qu'au contraire elles constituent un nouvel état de la matière, caractérisé par de très grosses molécules et douées de propriétés tout à fait spéciales. Du point de vue théorique, l'étude de ces substances est bien curieuse; du point de vue pratique, elle s'est révélée comme extrêmement intéressante, car un très grand nombre de substances organiques ou minérales servant à l'alimentation, à la teinture, aux industries textiles, à celles de la cellulose, du caoutchouc, des résines, etc., appartiennent à l'état colloïdal.

M. Kopaczewski s'est proposé d'écrire une encyclopédie où se trouverait condensée tout ce qui concerne cet état. La première partie du tome I est consacrée à rappeler les propriétés les plus importantes de ce nouvel état de la matière. Les deux autres parties concernent l'industrie des colloïdes naturels et celle des colloïdes de synthèse. Le

second volume est plus particulièrement consacré aux applications des propriétés générales des colloïdes : propriétés mécaniques, électriques, conditions d'équilibre de l'état colloïdal. Par la variété des sujets traités, par leur importance, par les applications qui en dérivent, l'ouvrage est susceptible d'intéresser un public très étendu.

A. Be.

Distillation des combustibles à basse température, par R. Courau, Administrateur-Directeur général des Mines de la Houve et Henri Besson, Ingénieur-Conseil. In-8 de 356 pages avec 75 figures. Gaston Doin, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

L'un des moyens de valorisation rationnelle des combustibles — la distillation à basse température — a donné lieu à beaucoup plus de communications que de réalisations. Les auteurs estiment qu'une mise au point est nécessaire, technique mais surtout économique pour l'organisation des débouchés.

Après une étude très claire de la chimie des combustibles, on trouve successivement dans le livre : des généralités sur la valorisation, sur la gazogènes, sur les fours de distillation à basse température, sur le séchage des combustibles.

MM. Courau et Besson entreprennent ensuite la description et l'examen de la plupart des procédés de distillation qu'ils classent en : fours fixes à chauffage externe; fours fixes à chauffage interne; fours à brassage ou à propulsion mécanique, fours tournants horizontaux, fours tournants verticaux. A l'aide d'une documentation prise aux meilleures sources, les auteurs établissent des prévisions de bilans pour les fours les plus intéressants.

La récupération et le traitement des sous-produits de la distillation (survalorisation) forme un chapitre particulièrement intéressant avec son annexe sur le *cracking* industriel.

Ce livre très clair, convenablement illustré et bien ordonné, rendra certainement de grands services pour l'utilisation rationnelle des combustibles. Brûler du charbon à l'état cru est un gaspillage qui doit cesser. Ed. M.

Les Combustibles dans l'Industrie moderne, par Ch. Berthelot, Ingénieur-Conseil. In-8 de 656 pages avec 177 figures, de l'*Encyclopédie minière et métallurgique.* J.-B. Baillière, éditeur, Paris.

M. Ch. Berthelot, Ingénieur-Conseil, auteur de nombreuses communications intéressantes, notamment à la Société des Ingénieurs civils de France et à la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, était particulièrement qualifié pour écrire un livre sur les combustibles.

Notre pays n'est pas très riche en combustibles et nous devons songer à tirer le meilleur parti de ceux que nous avons. L'auteur nous en indique les moyens.

La technique du lavage du charbon, notamment par flottage, forme une section importante et très intéressante de l'ouvrage. Il en est de même de l'étude des fours à coke et de la cokéfaction. Les chapitres qui traitent de la carbonisation à basse température des charbons gras sont plus sommaires, mais contiennent les principes essentiels. L'agglomération, d'une part; le chauffage au charbon pulvérisé, d'autre part; les gazogènes et la récupération des imbrûlés, sont traités avec précision, ainsi que des questions un peu spéciales comme : le chauffage à l'huile lourde des fours métallurgiques, les combustibles liquides et pâteux dans la Marine, la combustion superficielle; le transport du gaz à distance et l'épuration liquide du gaz de houille.

On trouve, au début du livre, des généralités techniques et économiques, notamment le commentaire de la classification de Seyler et l'étude des altérations par stockage.

En résumé, le livre de M. Ch. Berthelot doit être lu par tous ceux qui s'intéressent aux combustibles, notamment à la houille, particulièrement en ce qui concerne le lavage par flottage.

Ed. M.

Les grandes industries modernes, par Paul de Rousiers, tome V : *Les industries chimiques; le régime légal des ententes.* In-16 de 254 pages. — Armand Colin, éditeur, Paris.

Suivant la même méthode qu'il employa pour étudier l'économie industrielle de la houille, du pétrole, de l'énergie hydro-électrique, de la métallurgie, des textiles, des tansports maritimes, l'auteur nous expose les conditions spéciales aux grandes industries chimiques, leur caractère scientifique et l'impérieuse nécessité financière pour elles d'opérer sur des grandes masses. La fabrication de la soude et des matières colorantes sont d'excellents exemples d'intégration dans ces industries.

La grande industrie chimique oblige, non seulement à une concentration industrielle, mais à une concentration commerciale qui conduit naturellement l'auteur, après une revue des marchés nationaux et extérieurs, à l'étude du régime légal des ententes en France et à l'étranger.

Ainsi se termine un ouvrage très intéressant et qui jette quelque clarté sur les phénomènes complexes auxquelles les grandes entreprises industrielles sont plus ou moins directement assujetties. Ed. M.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

H. W. Harwey. — Biological chemistry and physico of sea water. In-8° de 194 pages avec figures. The Cambridge University Press, London. — Prix : 10 sh. 6 p.

L. Bull. — La cinématographie. In-16 de 200 pages avec 40 figures. (*Collect. Armand Colin*). Colin, éditeur, Paris. — Prix : 9 francs.

G. Moreau. — La Sensitométrie photographique et ses applications. In-8° de 304 pages, avec 69 figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

Baumont. — La grosse industrie allemande et le lignite. In-8° de 158 pages, avec 4 cartes. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 18 francs.

Baumont. — La grosse industrie allemande et le charbon. In-8° de 754 pages avec 2 cartes. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 45 francs.

Ch. Fabry. — Eléments de thermodynamique. In-16 de 200 pages avec 39 figures (*Collection Armand Colin*). Colin, éditeur, Paris. — Prix : 9 francs.

Raibaud. — Appareils et méthodes de mesures mécaniques. In-16 de 200 pages avec 87 figures (*Collection Armand Colin*), Colin, éditeur, Paris. — Prix : 9 francs.

Le Gérant : M. Hédan.

Imprimerie P. et A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 24 — 66e ANNÉE — 22 DÉCEMBRE 1928

LES RELATIONS DES ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES AVEC LES PHÉNOMÈNES MÉTÉOROLOGIQUES

par R. BUREAU
Chef de Section technique à l'Office National Météorologique

1) L'atmosphère exerce une influence profonde sur les phénomènes électromagnétiques, qu'il s'agisse des ondes radioélectriques naturelles dénommées *parasites atmosphériques*, ou des ondes radiotélégraphiques dont la *propagation* est régie en grande partie par la structure de l'Océan aérien (1). La recherche des lois qui expriment cette influence a provoqué ces dernières années un grand nombre de travaux. La connaissance de certaines d'entre elles commence maintenant à permettre l'exploration de l'atmosphère au moyen des ondes radioélectriques. Plus encore : grâce aux ondes électriques, le champ des recherches s'est étendu à l'extrême; ces ondes permettent déjà d'étudier la structure électrique de notre atmosphère à plusieurs centaines de kilomètres d'altitude. Cependant, nous nous bornerons en principe, dans l'exposé qui va suivre, à étudier l'action de l'atmosphère météorologique proprement dite, et même de la partie inférieure de cette atmosphère, la troposphère, où, dans une épaisseur d'environ dix kilomètres au-dessus du sol se déroulent la plus grande part des phénomènes dont nous jouissons ou que nous subissons quotidiennement. Nous limiter ainsi ne souffrira aucun inconvénient en ce qui concerne les parasites atmosphériques qui sont dus pour une immense part, et peut être totalement, à l'action de la troposphère. Il n'en serait pas de même pour la propagation des ondes radioélectriques, et là nous serons amenés à nous écarter quelques instants du domaine que nous venons de nous fixer pour faire une courte incursion dans les zônes ionisées de la très haute atmosphère.

(1) Il est absolument superflu de signaler que les ondes radiotélégraphiques n'influencent en aucune façon les phénomènes météorologiques. De telles légendes ne méritent même pas la réfutation.

I. — Les parasites atmosphériques.

2) *Quelques théories sur leur origine.*

On a tout supposé, on a tout affirmé à leur sujet. Les uns attribuent l'origine de tous les atmosphériques aux éclairs des orages (1), quitte à attribuer aux ondes émises par les éclairs une portée normale de plusieurs milliers de kilomètres. D'autres admettent qu'ils proviennent du centre des cyclones et des tempêtes, et qu'ils

(1) L'époque est maintenant lointaine où l'on dénommait avec naïveté « enregistreur d'orages » un enregistreur de parasites atmosphériques.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

sont d'autant plus violents que le vent est plus fort.

Toutes ces suppositions sont inexactes. En réalité, le parasite atmosphérique est un phénomène très général de l'atmosphère, un véritable caractère physique de celle-ci, caractère en quelque sorte primaire, susceptible de varier dans des proportions énormes d'un moment à un autre et d'un lieu à un autre. En un point quelconque de l'atmosphère et à une époque donnée, il existe un champ électromagnétique naturel, parfois très faible et à peine perceptible pour des récepteurs radiotélégraphiques même très sensibles, parfois, au contraire, si intense qu'il gêne la réception des émetteurs les plus puissants. Que les éclairs (la plupart, mais cependant pas tous) produisent quelques-unes de ces ondes naturelles, voilà qui n'est pas niable ; mais ils n'en produisent qu'une très infime partie et souvent ils n'en sont aucunement responsables, témoin, par exemple, les saisons sans orages de l'Afrique Occidentale au cours desquelles des atmosphériques intenses n'en sévissent pas moins.

Que les vents violents créent des atmosphériques violents et que ceux-ci disparaissent quand ceux-là s'apaisent, il faut pour le croire s'être contenté d'observations bien superficielles et ignorer, par exemple, que les typhons des mers de Chine provoquent toujours la disparition des atmosphériques, et que les périodes d'atmosphériques les plus violentes surviennent en France par pression uniforme et inférieure à la moyenne, c'est-à-dire avec un gradient barométrique presque nul, et des vents faibles et sans direction d'ensemble.

3) *La stabilité et l'instabilité verticales des masses d'air.*

On peut ramenenr l'ensemble des phénomènes observés à une seule loi extrêmement simple :

Les parasites atmosphériques sont d'autant plus nombreux et violents que les mouvements verticaux de l'atmosphère sont, par rapport aux mouvements horizontaux, plus nettement accusés. Ils sont, au contraire, d'autant plus rares et faibles, que les masses d'air se stabilisent davantage en couches horizontales régulièrement stratifiées. Autrement dit, *la stabilité ou l'instabilité verticales de l'atmosphère entraînent la faiblesse ou l'activité des parasites atmosphériques.*

Cette stabilité ou cette instabilité verticales de l'atmosphère peuvent avoir diverses causes :

a) les masses d'air peuvent être *par nature* stables ou instables ; ceci dépend uniquement de la répartition de leurs températures suivant la verticale. Lorsque la température diminue très rapidement quand l'altitude augmente, les masses d'air supérieures trop lourdes tendent à descendre ; les masses d'air inférieures tendent à monter. Ces mouvements descendants et ascendants une fois amorcés ne cesseront pas tant que la chûte de température avec l'altitude sera supérieure à celle que provoquerait une détente adiabatique. Inversement, quand la température diminue lentement avec l'altitude, tout mouvement ascendant ou descendant qui pourrait s'amorcer se trouvera freiné de suite et chaque masse d'air restera à sa hauteur primitive.

Le premier cas, atmosphère instable, se produit quand une masse d'air polaire descend vers les basses latitudes et se réchauffe plus vite en bas qu'en haut (1). D'où l'instabilité verticale de l'air polaire et les parasites atmosphériques nombreux qu'on y observe souvent (2). Ce cas se produit aussi quand l'échauffement dû au soleil et les conditions de pression sont tels que les couches basses de l'air sont assez réchauffées au contact du sol pour s'élever violemment et provoquer des mouvements de convection intenses suivant la verticale (3). On rencontre ce cas dans les régions tropicales et, en été, dans les régions tempérées, par des situations météorologiques qui le favorisent (en France, courants de perturbations orageuses abordant le pays par le Sud-Ouest). D'où les atmosphériques violents de certaines après-midi de la saison chaude.

Le second cas, atmosphère stable, se rencontre lorsqu'une masse d'air d'origine tropicale se dirige vers les latitudes moyennes ou élevées. Cette masse se refroidit et s'alourdit plus rapidement en bas qu'en haut (1). D'où la faiblesse des atmosphériques dans les masses d'air tropical (2).

b) L'instabilité et la stabilité des masses d'air peuvent aussi être une conséquence du *mouvement* réciproque de deux masses d'air voisines. Ce sont ces mouvements qui provoquent la plupart des météores (nuages, pluies, brouillards, etc...) qu'il nous est donné d'observer. Ce sont eux qui provoquent les perturbations ou les cyclones des régions tempérées. Dans tous ces phénomènes, les surfaces de séparation entre deux masses d'air, ou surfaces de discontinuité jouent un rôle primordial. Elles jouent le même rôle de premier plan dans la production ou dans l'étouffement des parasites atmosphériques. Voici quel est ce rôle pour les trois principaux types de surfaces de discontinuité, fronts chauds, fronts froids et surfaces d'affaissement.

(1) T. Bergeron et G. Swoboda. Publications de l'Institut géophysique de l'Université de Leipzig, III, cahier 2, 1924.

(2) R. Bureau et M. Coyecque. La Météorologie, 2, nouvelle série, 1926, p. 4.

(3) R. Bureau. L'onde électrique, 5, 1926, p. 301.

Un *front chaud* forme la surface avant d'une masse d'air chaud repoussant une masse d'air froid (fig. 400). L'air chaud monte toujours au-dessus de l'air froid suivant une pente très faible (quelques centièmes). Cette ascension, suffisante pour provoquer par détente adiabatique des pluies continues de plusieurs heures, n'entraîne cependant que des mouvements verticaux faibles par rapport au transport horizontal des masses d'air. Elle ne sera jamais une cause d'atmosphériques importants. Bien plus, comme nous le verrons plus loin, *l'approche d'un front chaud étouffe les atmosphériques préexistants* (1).

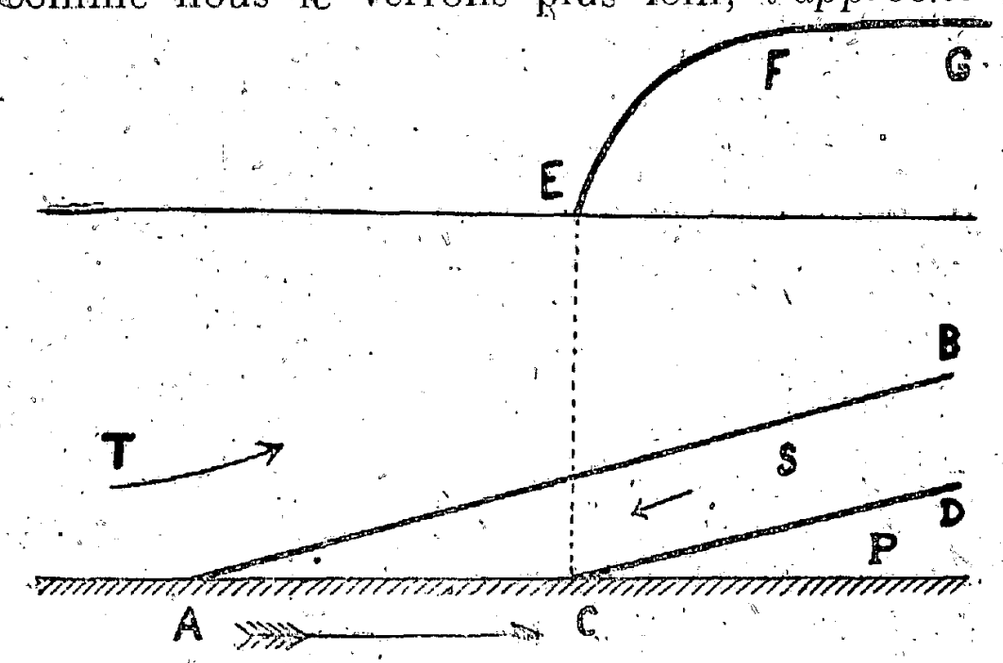


Fig. 400.
Effet d'un front chaud sur les atmosphériques.
En haut, courbe E F G : allure générale de l'évolution des atmosphériques.
En bas, coupe verticale de l'atmosphère perpendiculairement au front chaud (les hauteurs sont exagérées dix fois).
Le sens général du mouvement est marqué par la flèche située au bas de la figure.
AB : front chaud.
CD : surface d'affaissement.
P : air polaire.
S : air polaire s'affaissant.
T : air chaud (tropical).

Un *front froid* est le phénomène inverse du précédent : l'air froid s'introduit en coin sous l'air chaud et le repousse en le soulevant (fig. 401). Ici, se développent souvent de violents courants ascendants entraînant la formation de nuages bourgeonnants (cumulo nimbus) des averses, des grains orageux ou non, et presque toujours des parasites atmosphériques parfois très violents. *Les fronts froids sont la grande source d'atmosphériques des régions tempérées* (1).

Au-dessus d'une surface *d'affaissement* (ou surface de subsidience), l'air descend et s'étale, alors qu'il montait au-dessus des surfaces de front chaud ou était soulevé au-dessus des surfaces de front froid. *L'air en s'affaissant* se comprime abiabatiquement, se réchauffe, *provoque* la dissolution des brouillards, la disparition des nuages et également *l'étouffement et souvent la disparition presque totale des atmosphériques.* On observe, en particulier, le phénomène d'affaissement en avant des fronts chauds, dans l'air polaire qui les précède. On l'observe également, mais d'une manière provisoire et pendant un temps souvent bref aussitôt après le passage des fronts froids. C'est cet affaissement des masses d'air qui provoque la diminution provisoire d'atmosphériques observée aussitôt après le passage des grains (fig. 402).

c) Une troisième cause de mouvements verticaux, et donc d'atmosphériques, réside dans la turbulence qui se développe parfois sous certaines surfaces de discontinuité et, en particulier, sous les surfaces d'inversion anticycloniques. Ces surfaces se développent au cours des nuits d'anticyclone entre un matelas d'air re-

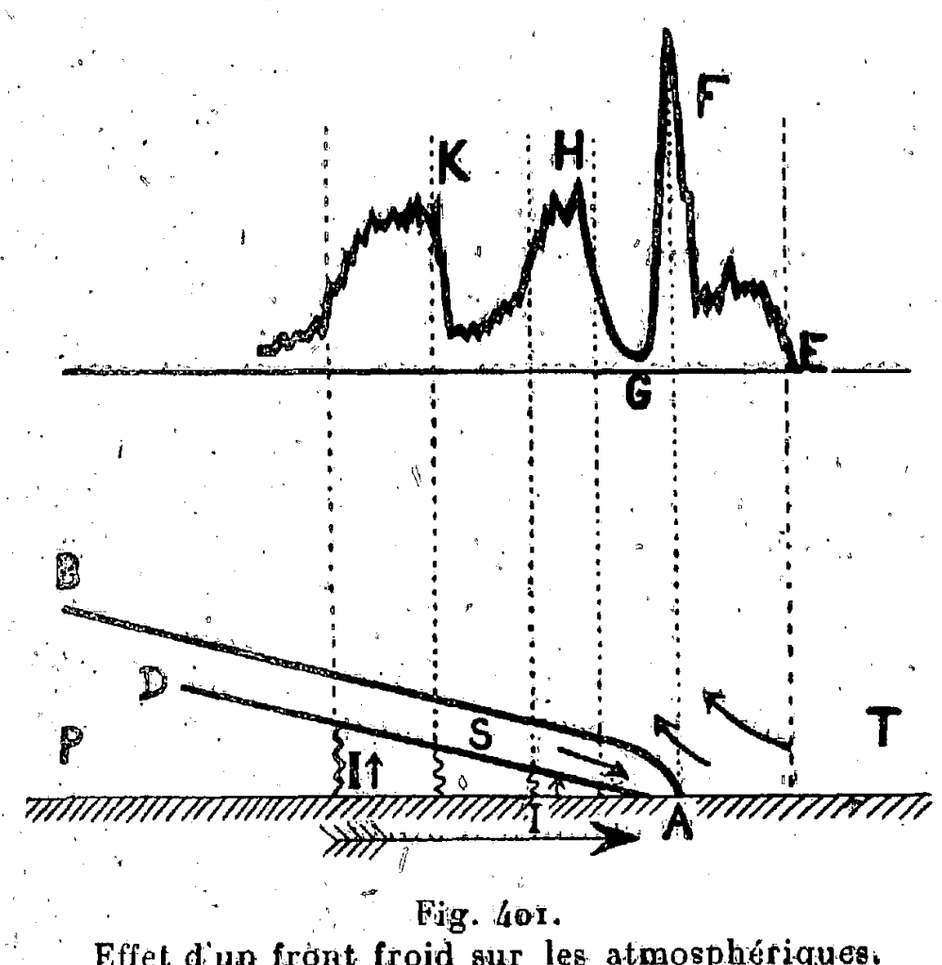


Fig. 401.
Effet d'un front froid sur les atmosphériques.
En haut, courbe E F G H K : allure générale de l'évolution des atmosphériques
En bas, coupe verticale de l'atmosphère perpendiculairement au front froid (les hauteurs sont exagérées dix fois).
Le sens général du mouvement est indiqué par la flèche située au bas de la figure.
AB : front froid.
CD : surface d'affaissement.
T : air tropical.
S : air polaire s'affaissant.
I : mouvements ascendants au sein de l'air polaire.
P : air polaire.

froidi par rayonnement près du sol et l'air plus chaud qui souffle au-dessus de l'air froid. Une turbulence se développe dans la masse d'air inférieure. Il faut vraisemblablement y voir la cause des atmosphériques nocturnes sur lesquels nous allons avoir à revenir.

4) *La variation diurne des atmosphériques.*

Examinons maintenant les atmosphériques en dehors de toute considération météorologique

(1) R. Bureau. *C. R. Acad. des Sciences*, t. CLXXVIII, 1924, p. 556.

et cherchons à les classer. Nous trouverons dans leur variation diurne un criterium de classification des plus simples et nous séparerons ainsi :

a) *les atmosphériques nocturnes*, qui apparaissent vers le coucher du soleil et disparaissent assez brutalement vers son lever ;

b) *les atmosphériques d'après-midi*, qui naissent assez brutalement vers 11 h. 30, ont leur maximum vers 15 heures et disparaissent vers 21 heures ;

c) *les atmosphériques irréguliers* susceptibles de se manifester à des heures quelconques.

Les atmosphériques nocturnes apparaissent surtout, et apparaissent à peu près seuls, en période anticyclonique, car on est alors à l'abri de l'action des fronts chauds comme de celle des fronts froids.

Les atmosphériques d'après-midi apparaissent surtout dans la saison chaude et sur les continents, mais seulement dans certaines situations météorologiques qui sont précisément les situations orageuses (en France, courant de perturbations venant du Sud-Ouest).

Les atmosphériques irréguliers sont provoqués par les fronts froids. Ainsi, aux trois causes d'instabilité verticale de l'atmosphère correspondent trois types d'atmosphériques dont la variation diurne est différente. Le tableau ci-après résume les principaux caractères de ces trois types d'atmosphériques :

Le type 1 : atmosphériques nocturnes ou d'anticyclone ;

Le type 2 : atmosphériques d'après-midi ou stagnants ;

Le type 3 : atmosphériques irréguliers ou migrateurs.

Ce tableau n'est qu'un résumé ; il isole les uns des autres les caractères principaux ; dans la réalité, on observe très souvent une combinaison des trois types d'atmosphériques.

La fig. 403 complète ce tableau en montrant d'une manière schématique la répartition des trois types d'atmosphériques au cours d'une situation météorologique qu'on retrouve très souvent lorsque, pendant l'été, la France est sous l'action d'atmosphériques violents.

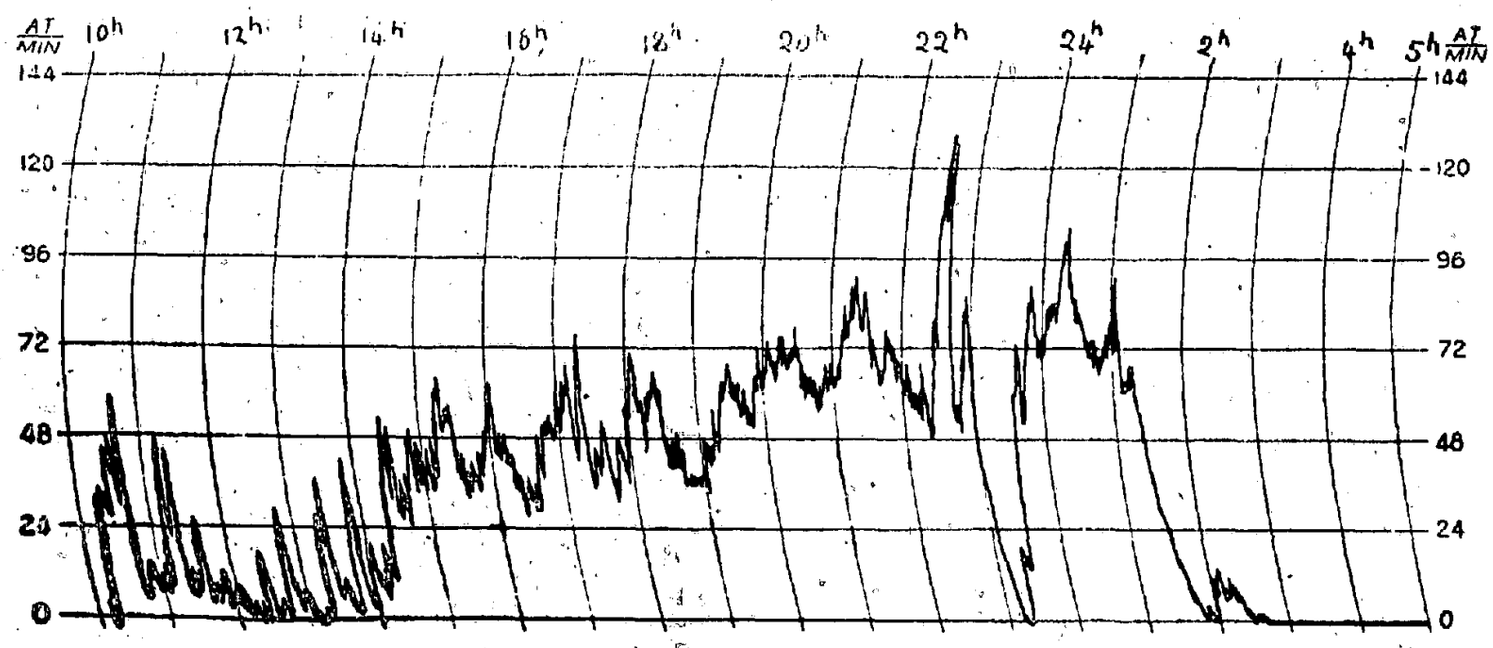


Fig. 402. — Etouffement des atmosphériques à l'approche d'un front chaud. (Enregistreur du nombre d'atmosphériques par minute, type O.N.M. Mont-Valérien, le 21 octobre 1926).

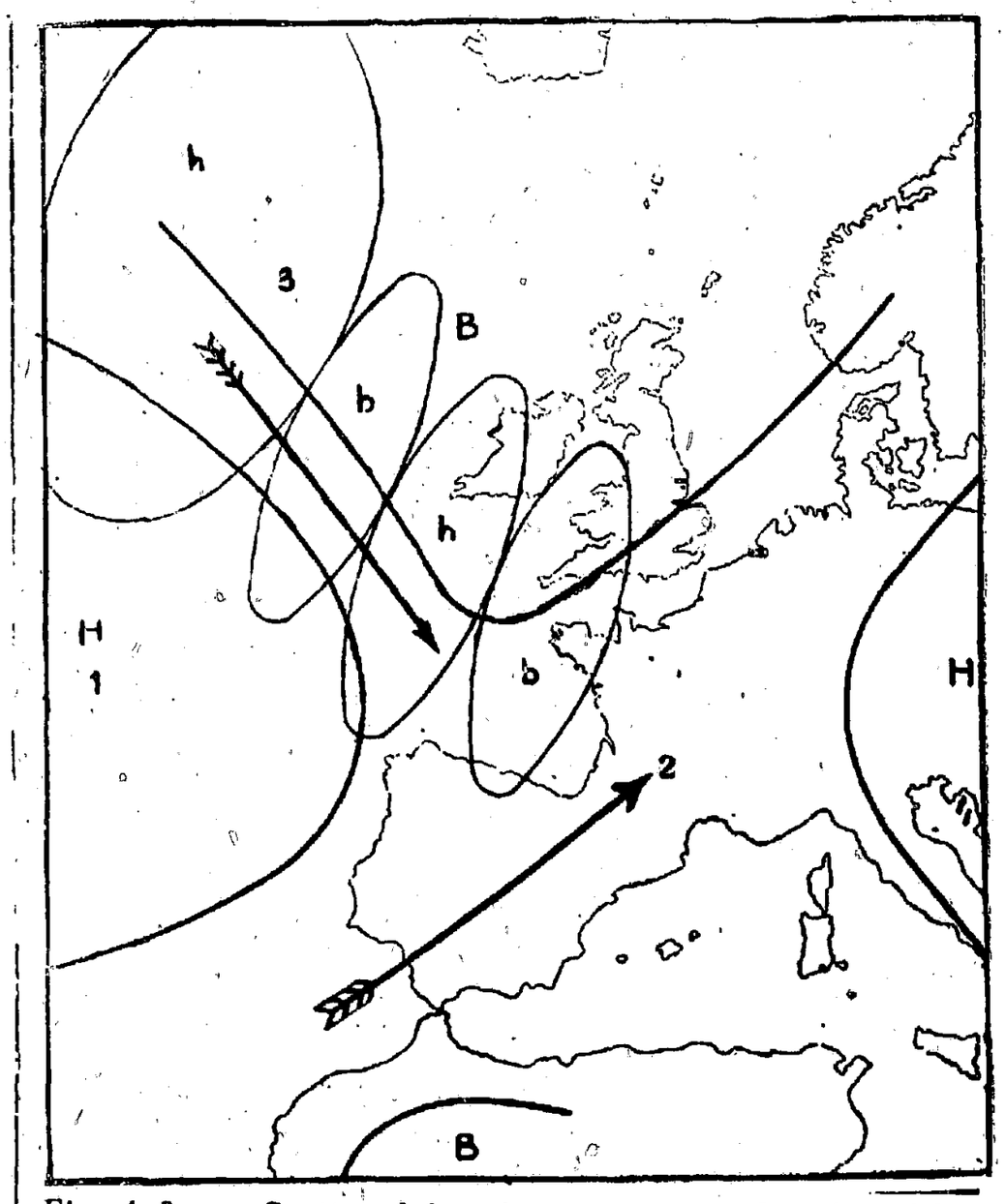
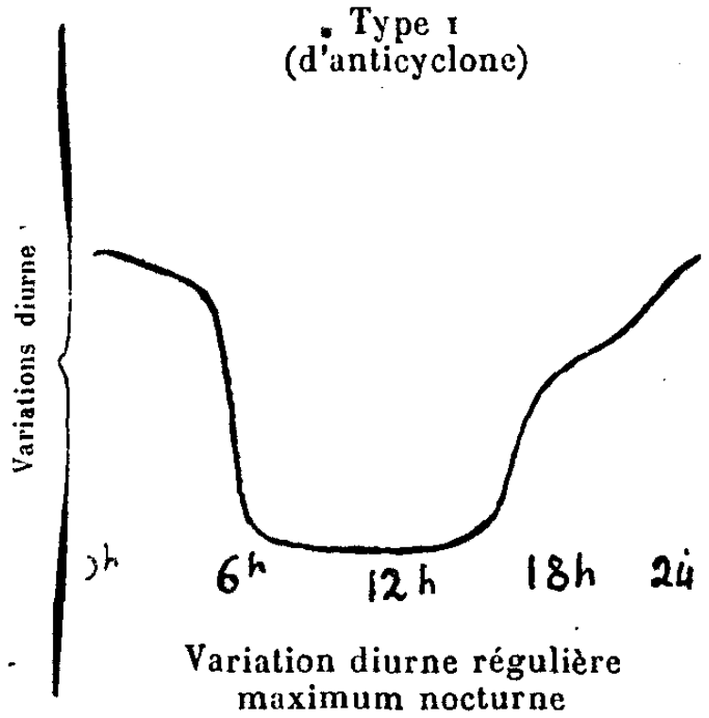
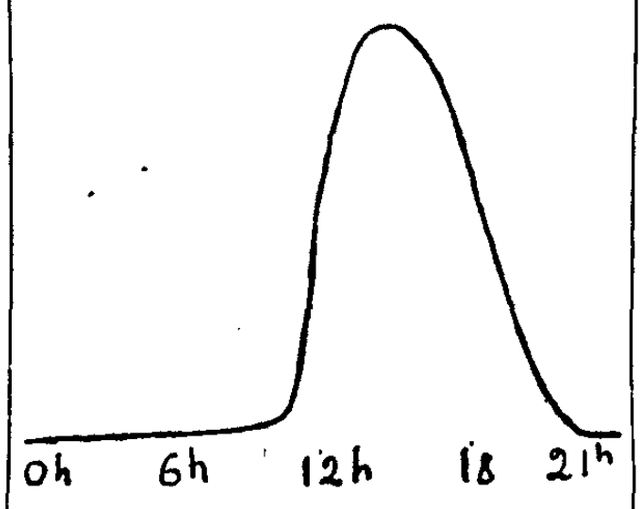


Fig. 403. — Carte schématique montrant la répartition météorologique des trois catégories d'atmosphériques : situation d'été donnant des atmosphériques violents en France.
H : hautes pressions, B : basses pressions.
Les deux flèches indiquent le lit et la direction des courants de pertubations météorologiques. Dans le courant le plus nord, les différentes phases des pertubations sont nettement mises en évidence par les noyaux de variations barométriques
h : noyaux de hausse barométrique.
b : noyaux de baisse barométrique.
En 1, on observe les atmosphériques nocturnes d'anticyclone.
En 2, des atmosphériques stagnants intenses.
En 3, des atmosphériques migrateurs dus à une invasion polaire.

	Type 1 (d'anticyclone)	Type 2 (stagnants)	Type 3 (migrateurs)
	 Variation diurne régulière maximum nocturne	 Variation diurne régulière maximum d'après midi	Variation diurne anarchique
λ	Particulièrement sensibles sur les petites longueurs d'onde $\lambda < 100$ mètres.	Particulièrement sensibles sur les grandes et très grandes longueurs d'onde.	Sensibles sur toutes les longueurs d'onde, mais sans les affecter toujours dans le même rapport.
Situation météorologique	Type surtout fréquent dans les anticyclones.	Situations orageuses à gradient plat (en France courant de pertubations du sud-ouest.)	Invasions polaires, Fronts froids, Lignes de grains : influence positive Fronts chauds, Affaissement : influence négative
Altitude	Localisés dans les couches d'inversion anticycloniques. Disparaissent au-dessus (1).	S'affaiblissent avec l'altitude.	Caractères et évolution au même moment peuvent différer beaucoup avec l'altitude (1).
Saison	Restent très sensibles en hiver, en particulier sur les ondes comprises entre 40 et 100 mètres.	Absents dans la saison froide. Violents dans la saison chaude.	Peuvent être violents en toutes saisons.
Latitude	Parfois très violents même dans les latidudes élevées.	A peu près permanents sous les tropiques.	L'effet de certains fronts froids peut retentir jusqu'aux régions tropicales (2).
Mers et continents	Aussi actifs sur mer que sur terre.	Beaucoup plus intenses sur terre que sur mer.	Aussi actifs sur mer que sur terre.
Portée	Portée très faible (question encore controversée.)	Portée faible en général; en tous cas, effets de brouillages très localisés.	Portées les plus variables quelques centaines de mètres (3) à plus de 2.500 km. pour certains (4).
Direction	Sans direction marquée.	Sans direction dans la zone active. Au loin effet moyen dirigé.	Souvent directions assez nettement décelables.
Caractère	Crépitements.	Roulements continus (grinders.)	Décharges séparées nettement et de fréquence variable.

(1) J. Lugeon. C. R. Acad. des Sciences, t. 180, 1925, p. 594.
(2) R. Bureau et M. Covecque. loc. cit.
(3) R. Burbau. La Météorologie, t 3, nouv. série 1927, p. 287; l'Onde Electrique, t. 5, 1926, p. 301.
(4) Watson Watt. Discussion de l'article précédent, l'Onde Electrique, t. 5, 1926, p. 345.

5) *L'action à distance des atmosphériques* (1).

Ainsi, les atmosphériques peuvent être considérés comme une image électrique de l'agitation verticale de l'atmosphère, de même que la forme des nuages en est une image optique. Le cas des atmosphériques est cependant compliqué du fait qu'ils ne sont pas un phénomène purement local, mais qu'ils font sentir leur action à distance.

Si l'on observe donc en un point déterminé P l'activité des atmosphériques, on a une image, non pas de l'agitation verticale de l'atmosphère en P, mais de l'agitation dans un volume plus ou moins étendu autour de P. Les dimensions de ce volume dépendent de la portée des atmosphériques perceptibles en P à l'instant considéré.

Cette portée est essentiellement variable, va-

(1) Cette question a fait couler beaucoup d'encre et a alimenté de mémorables controverses. Son simple exposé absorberait à lui seul les dimensions d'un article. Notre but est simplement de montrer comment elle touche le sujet que nous traitons seul ici : l'action de l'atmosphère sur les phénomènes radioélectriques.

riable non seulement d'une époque à une autre (jour, heure, etc...), mais au même instant et en un même lieu pour divers atmosphériques. Lorsqu'on les prend dans leur ensemble, c'est-à-dire en considérant leur action totale sur un appareil récepteur, (c'est le point de vue intéressant en pratique dans la réception radiotélégraphique ou radiotéléphonique), les atmosphériques qui provoquent les grands brouillages et qui mettent à mal les transmissions radioélectriques ont, comme tels, une portée restreinte et qui atteint rarement quelques centaines de kilomètres. Pour s'en convaincre, il suffit de rappeler quelques exemples :

En pleine zône équatoriale, au Congo belge, les atmosphériques les plus violents ont un domaine qui ne s'étend pas à plus de quelques centaines de kilomètres (1).

En France, les périodes d'atmosphériques les plus violents dépendent étroitement de la situation météorologique qui règne sur l'Ouest de l'Europe et lui obéissent sans retard. Par exemple, l'extension sur la France de l'Anticyclone des Açores (2) fait toujours succéder une journée très calme à une journée au cours de laquelle les atmosphériques opposèrent aux liaisons radiotélégraphiques les plus graves obstacles.

Enfin, les compagnies radiotélégraphiques savent à quel point le déplacement de quelques centaines de kilomètres d'un centre de réception est susceptible d'améliorer son rendement par suite de la différence que l'on constate dans les atmosphériques de deux localités aussi peu éloignées.

Ceci ne veut pas dire que les atmosphériques n'ont aucune action lointaine. Des expériences bien conduites peuvent mettre celle-ci en évidence et permettre d'en tirer parti en météorologie. En particulier, les mesures radiogoniométriques sont susceptibles de faire apparaître au milieu de la masse des atmosphériques locaux la présence d'atmosphériques dus à des causes lointaines. C'est ainsi que, à l'aide de radiogoniomètres remarquablement imaginés et construits, MM. Watson Watt et Herd ont pu déterminer l'origine d'un grand nombre d'atmosphériques individuels à des distances atteignant 2.000 km. et *suivre ainsi à grande distance le mouvement des fronts froids.* Ces expériences sur la grande portée de certains atmosphériques ont donc confirmé l'origine météorologique de ceux-ci, et l'importance capitale des fronts froids dans leur formation.

Ainsi, les atmosphériques se prêtent de manière remarquable aux applications météorologiques, et par leurs caractères locaux, et par leurs caractères lointains. Dans les deux cas, ils montrent à quel point les surfaces de discontinuité de l'atmosphère jouent en météorologie un rôle capital. Si les atmosphériques locaux ou à faible portée (c'est-à-dire dont la violence est très affaiblie à quelques centaines et même à quelques dizaines de kilom.) ne se présentaient pas en grande masse, les atmosphériques ne seraient d'aucune aide dans l'analyse des masses d'air ; l'étude de leur variation d'une heure à l'autre et d'une journée à l'autre présenterait un intérêt restreint. Ces variations seraient d'ailleurs limitées à celles d'une cause plus ou moins lointaine dont les effets seraient identiques pour de très grandes étendues du territoire. Si certains atmosphériques n'avaient pas une portée suffisante pour être perceptibles à des distances de plusieurs centaines ou de plusieurs milliers de kilomètres, ils ne permettraient pas de suivre à très grande distance la marche des fronts froids.

Ils sont donc précieux aux météorologistes pour ces deux propriétés en apparence contradictoires (1).

(1) R. B. Goldschmidt et R. Braillard. La T. S. F. au Congo belge. Hayez, éditeur, Bruxelles.

(2) Quand elle succède au passage d'un courant de perturbations au sud-ouest.

(1) On trouvera la bibliographie des atmosphériques jusqu'en 1926 dans l'*Onde électrique*, t. V, 1926, p. 339.

HISTOIRE DES SCIENCES

L'ABBÉ BOURGEOIS ET LA QUESTION DE L'HOMME TERTIAIRE

par L. FRANCHET

Dans ces lignes écrites à l'occasion du cinquantenaire de la mort de l'abbé Bourgeois, je veux seulement rappeler à grands traits l'œuvre du savant géologue qui, le premier, a posé devant la Science la question de l'Homme tertiaire, puis jeter un rapide regard sur le chemin parcouru depuis cinquante ans.

I. — L'abbé Louis Bourgeois. 1819-1878.

Le 20 juin 1878 mourait subitement dans la célèbre Abbaye de Pont-Levoy (Loir-et-Cher), l'abbé Louis Bourgeois dont, dix années auparavant, le nom avait retenti dans le monde entier lorsqu'il avait fait entrevoir la possibilité de scruter un passé, que l'on croyait enseveli à jamais, pour y retrouver l'origine de l'Homme.

En 1838, Boucher de Perthes, par ses découvertes d'Abbeville, avait révélé l'origine de l'Homme quaternaire.

En 1867, l'abbé Bourgeois élargissait le champ des recherches en posant le problème de l'Homme tertiaire dont, dès 1863, il pensait avoir découvert les traces à Thenay, près de Pont-Levoy, dans le miocène.

L'abbé Louis Bourgeois était originaire du Vendômois. Il naquit le 28 avril 1819, à Artins, petit village situé à 32 kilomètres de Vendôme (1). Il quitta le moulin de son père, qui était meunier, pour entrer au séminaire : élève de philosophie à 16 ans, il l'enseignait à 20 ans. Dix ans plus tard, il quittait cette chaire de Philosophie pour une chaire d'Histoire, au Petit Séminaire de Blois. Mais c'est dans un cadre plus vaste qu'il allait donner la mesure de son savoir et de son activité.

En 1851 il était désigné pour occuper la chaire de Philosophie au Collège de Pont-Levoy que, désormais, il ne devait plus quitter. Appelé en 1869 à la direction de cet illustre établissement où l'enseignement s'y donnait depuis neuf cents ans, il y est resté jusqu'à sa mort, et c'est

Fig. 404. — L'Abbé Louis Bourgeois 1819-1878.

dans la chapelle du Collège qu'il a son tombeau (2).

Elevé en contact direct avec la Nature, dans

(1) Le village d'Artins, construit sur la rive droite du Loir, occupe l'emplacement d'un bourg gallo-romain qui s'élevait près de la grande route de Tours à Lutèce, par Chartres, route coupant le Loir à Artins; elle croisait, en ce point, celle d'Angers à Orléans. L'église d'Artins est construite sur les ruines d'un temple romain.

La région d'Artins a été peuplée à une époque extrêmement reculée : les archéologues y ont recueilli une grande quantité de silex taillés paléolithiques et néolithiques.

(2) Le nom de l'abbé Bourgeois restera inséparable de celui de Pont-Levoy, je résumerai donc brièvement l'his-

cette admirable vallée du Loir qui a attiré l'Homme dès les temps préhistoriques, l'esprit dirigé de très bonne heure vers les plus hautes conceptions philosophiques, doué d'une intelligence et d'un sens d'observation remarquables, aidé, en outre, par une mémoire exceptionnelle, l'abbé Bourgeois devait fatalement se trouver entraîné vers l'étude des Sciences naturelles. La Géologie l'attire particulièrement, et son entrée à Pont-Levoy, en 1851, l'ayant mis en relation avec le marquis de Vibraye, dont les vastes connaissances en Géologie et en Archéologie faisaient de lui le meilleur des initiateurs, il s'adonne non seulement à l'étude des terrains, mais aussi à la Paléontologie.

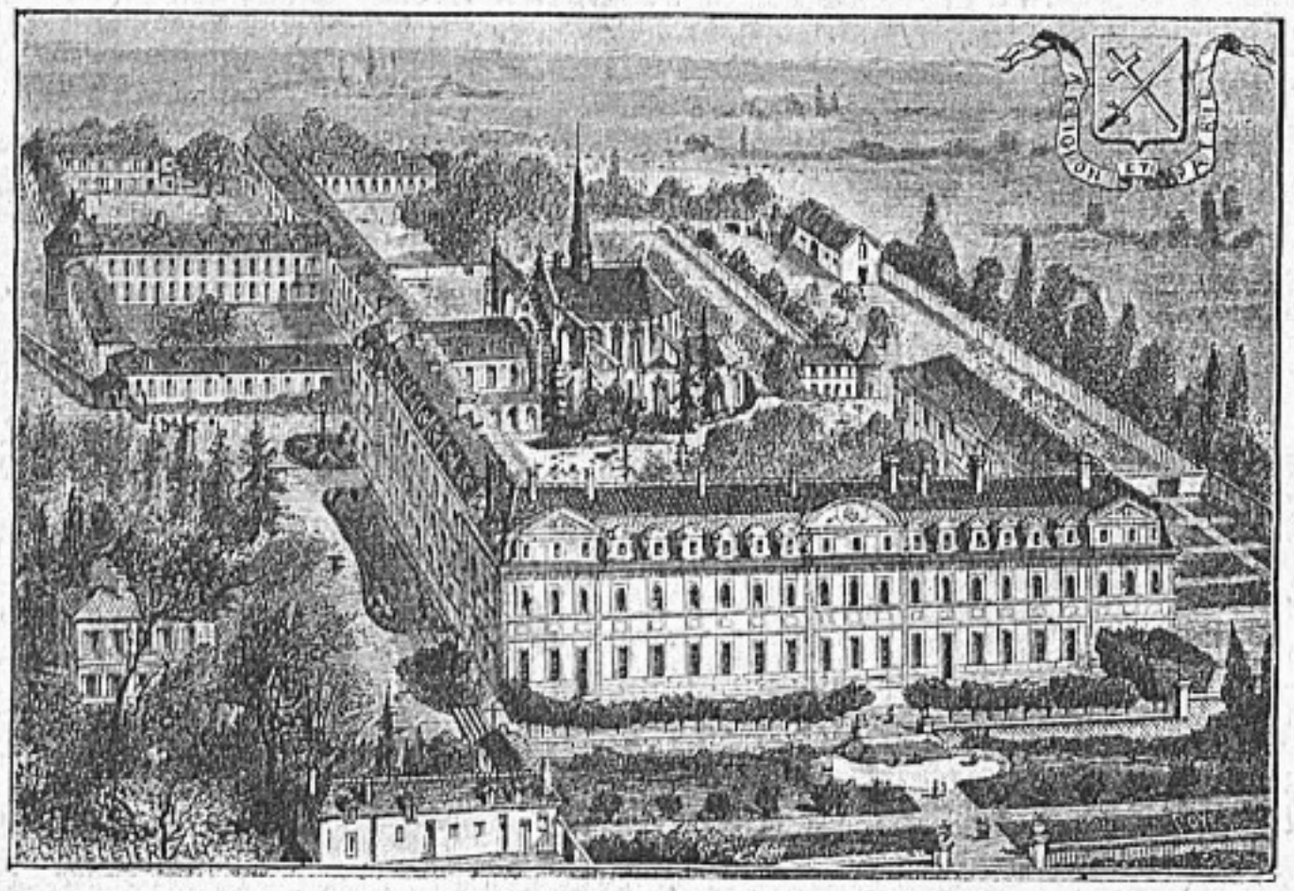


Fig. 405. — Le collége de Pont-Levoy fondé au XI[e] siècle par Gelduin, seigneur de Chaumont
(*D'après la notice « Pont-Leroy »*).

On était alors à l'époque où les découvertes de Boucher de Perthes sur les premières industries humaines passionnaient tous les savants et principalement les géologues.

Géologue, d'abord, l'abbé Bourgeois devait devenir préhistorien et, naturellement porté vers les plus vastes problèmes, il envisageait bientôt pour l'Humanité l'existence possible d'une origine beaucoup plus éloignée que ne le laissaient supposer les travaux de Boucher de Perthes.

Outre le problème de l'Homme tertiaire, qui restera son œuvre capitale, celle qui fera passer son nom à la postérité, on lui doit quelques travaux de géologie et de paléontologie très intéressants, mais le champ de son activité n'a guère pu dépasser le Vendômois, le Blésois et l'Orléanais, régions où s'est écoulée toute sa vie. Les obligations que lui imposaient le professorat, puis, ensuite, la direction du Collège, ne lui permettaient pas les grands et longs voyages, surtout à une époque où les moyens de communication étaient encore restreints.

En préhistoire on lui doit les fructueuses fouilles qu'il a faites en Loir-et-Cher, dans la Charente, et quelques recherches effectuées au Grand Pressigny, en Indre-et-Loire.

Lorsque la mort l'a frappé soudainement, au mois de juin, une partie de ses collections préhistoriques avaient été expédiées à Paris, dès le mois d'avril, pour figurer à l'Exposition universelle de 1878, ce qui l'eût inévitablement entraîné à procéder à un reclassement complet, à la fin de l'Exposition. Peut être alors, eût-il donné un travail d'ensemble sur les résultats de

toire du collège dans lequel il a vécu les heures les plus émouvantes de sa vie scientifique, dans lequel il a soulevé l'énorme problème de la plus lointaine origine de l'Humanité, dans lequel il est mort, laissant, après cinquante ans, un souvenir toujours vivace.

Le Collège de Pont-Levoy s'élève sur l'emplacement d'un ancien château-fort construit vers 854, à l'époque des incursions des pirates normands, mais c'est seulement en 1034 que Gelduin, seigneur de Chaumont, fonda l'Abbaye dans laquelle il établit les Bénédictins de Saint-Florent-de-Saumur. Ceux-ci inaugurèrent l'enseignement qui, depuis neuf siècles, s'est poursuivi sans interruption.

En 1622, l'Abbaye subissait une période de déclin quand le Cardinal de Richelieu résolut de la relever et la confia à Pierre de Bérulle : celui-ci, en 1629, y installait les Bénédictins de Saint-Maur et donnait au Collège un essor qui devait lui assurer une prospérité sans cesse grandissante. Le titre de Collège ne lui fut donné, en réalité, que vers 1720, et, en 1764, elle pouvait y ajouter celui d' « Ecole royale militaire », qu'elle conserva jusqu'à la Révolution. A cette époque, les Bénédictins furent renvoyés, mais le Collège resta ouvert et, depuis, il n'a jamais cessé de fonctionner.

ses recherches. Il n'a donc laissé que quelques notes et de brèves communications faites dans diverses Société savantes.

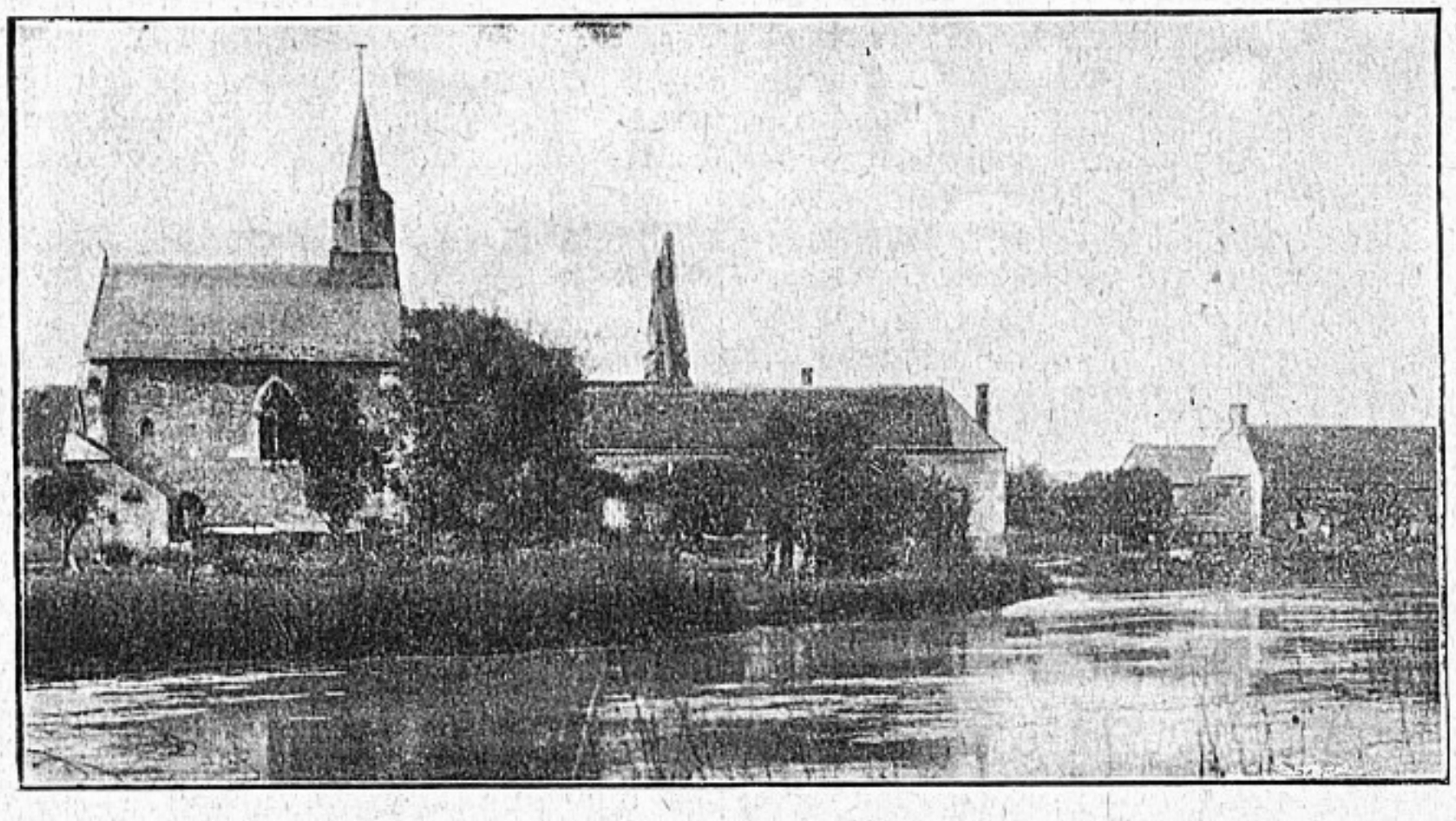


Fig. 406. — Le vieil Artins.

En sorte que l'œuvre de l'abé Bourgeois n'a jamais été publiée dans son ensemble. Toutefois, nous devons au Dr Houssay un important exposé de ses recherches relatives à la Préhistoire, mais surtout celles concernant l'Homme tertiaire (1).

(1) Dr François Houssay. *L'Œuvre de l'abbé Bourgeois. L'Homme tertiaire de Thenay*. In-8° de 111 pages avec figures. Paris, 1904.

D'autre part, MM. Stehlin et Helbing, du Musée d'Histoire naturelle de Bâle, ont publié, en 1925, un catalogue raisonné des ossements de Mammifères tertiaires, ossements restés à Pont-Levoy, dans l'ancien Musée constitué par l'abbé Bourgeois (1).

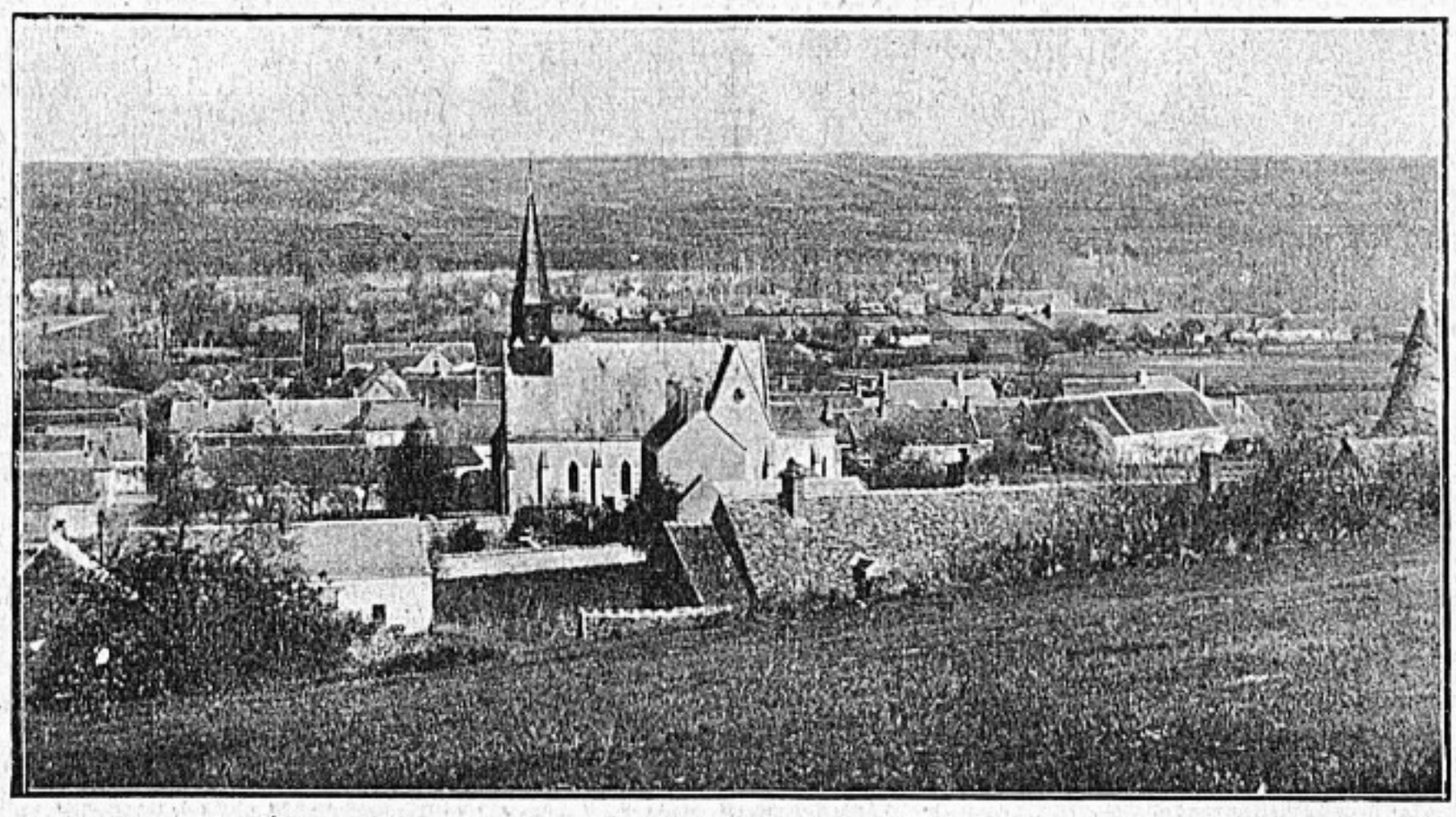


Fig. 407. — Artins. Vue générale.

En effet, de ses collections paléontologiques

(1) H. G. Stehlin. *Catalogue des Ossements de Mammifères Tertiaires de la Collection Bourgeois, à l'Ecole de Ponthevoy (Loir-et-Cher)*. Avec la collaboration de H. Helbing pour l'ordre des Carnassiers. (*Bull. de la Soc. d'Hist. nat. et d'Anthr. de Loir-et-Cher*). Blois, 1925.

et préhistoriques, il ne reste plus que les premières qui, vraisemblablement, peuvent être considérées comme complètes.

Quant aux collections de Préhistoire, très intéressantes, car elles provenaient de fouilles méthodiques, possédant, en outre, particulièrement en ce qui concerne les silex de Thenay, une importance historique facile à concevoir, elles ont été malheureusement dispersées après la mort de leur propriétaire, mais sans que le Collège de Pont-Levoy, qui déplore leur perte, ait eu une part dans cette dispersion.

Actuellement il reste dans l'établissement : 1° les ossements tertiaires ; 2° quelques silex paléolithiques ; 3° un lot de silex néolithiques (plusieurs caisses) provenant en grande partie du plateau de Pont-Levoy; 4° une petite série de haches polies ; 5° une petite série de silex du Grand-Pressigny (sans aucun intérêt) ; 6° un lot de poteries de l'Age du Bronze, provenant de Villehonneur (Charente).

Voilà tout ce qui subsiste à Pont-Levoy de la Collection Bourgeois (1).

*
* *

Comment l'abbé Bourgeois fut-il amené à émettre l'hypothèse de l'existence de l'Homme tertiaire à Thenay. Il l'a dit dans un article publié en 1877 dans la *Revue des Questions scientifiques* : « Un jour, en longeant un chemin creux qui coupe la colline sur la rive gauche du ruisseau de Thenay, j'aperçus à la base de l'escarpement, dans une argile marneuse, verdâtre, des fragments de silex noirs, non roulés, présentant des arêtes vives avec retouches. Connaissant la position géologique de cette couche, je fus dès lors persuadé que j'étais en présence d'instruments fabriqués par l'homme à une époque très reculée. Je m'empressai de montrer ma précieuse découverte à deux amis archéologues (1), qui ne partagèrent pas mon opinion. Comme je n'ai jamais eu, grâce à Dieu, de parti-pris dans cette question, ma conviction fut ébranlée ; mais je conservai mes objets. »

Ceci se passait en 1863. Pendant deux années, il ne s'occupa plus de cette question, puis il en reprit l'étude, en 1865, mais en pratiquant de nombreuses fouilles à Thenay. Enfin, en 1867, sa conviction était faite et il était persuadé qu'il se trouvait réellement en présence de la plus ancienne industrie humaine.

Toutefois, il paraît avoir conservé pour lui cette conviction jusqu'au mois de mars de cette même année, car venu alors à Paris en vue de la présentation qu'il comptait faire à l'Exposition universelle (il y a expédié sa collection en avril), il voit le marquis de Vibraye qui, lui aussi, devait exposer sa collection.

Celui-ci ignorait certainement l'intention de l'abbé Bourgeois de faire au Congrès une communication sur l'Homme tertiaire, car le 9 mars 1867 il écrivait à mon père : « L'abbé Bourgeois trouve l'homme incontestablement contemporain des faluns et du calcaire lacustre ! Questionnez-le, voyez la part qu'il faudra faire à son enthousiasme et dites-moi si un voyage est nécessaire (2). »

La réserve observée par l'abbé Bourgeois vis-à-vis du marquis de Vibraye et de mon père s'explique facilement ; mon père avait en effet, dès le début, en 1863, fait preuve d'une complète incrédulité sur la taille intentionnelle des silex de Thenay. Vis-à-vis du marquis de Vibraye, elle s'explique par une cause analogue.

En effet, les partisans de l'existence de l'Homme à l'époque tertiaire, faisaient alors grand état des stries, soi-disant dues à une intervention humaine, observées sur des ossements ter-

(1) En 1872, à l'issue du Congrès d'anthropologie, tenu à Bruxelles, l'abbé Bourgeois avait fait don au Musée de Saint-Germain des silex de Thenay qu'il avait présentés au Congrès.

En 1878, il avait envoyé une partie de sa collection à l'Exposition Universelle. Lorsque celle-ci prit fin en octobre, Pont-Levoy se trouvant encore dans quelque désarroi et en transformation par suite de la mort de son directeur, la collection, encore à Paris, se trouva forcément négligée. Ce fut le point de départ de la dislocation.

540 pièces furent vendues à la Société d'Anthropologie de Paris pour la somme de 300 fr., pièces provenant de :

1° Tertiaire de Thenay ;
2° Station de Bois-le-Roc, Villehonneur (Charente) ;
3° Grotte de la Roche Berthier, Villehonneur (Charente) ;
4° Grotte de Montgaudie, Montbron (Charente) ;
5° Grotte de la Chaise, Vouthon (Charente) ;
6° Grand-Pressigny (Indre-et-Loire).

Depuis l'achat, quelques pièces seraient égarées et un instrument amygdaloïde a été racheté peu après par le vendeur.

En 1879, un lot très important fut vendu au Musée de Vendôme. Il comprenait notamment :

1° Silex provenant des alluvions quaternaires ;
2° Silex provenant du Plateau de Pont-Levoy et localités diverses ;
3° Silex des Grottes et abris sous roches (vallée de la Vézère et Charente) ;
4° Nombreuses pièces néolithiques, particulièrement étrangères ;
5° Objets de l'Age du Bronze ;
6° Objets d'époque romaine.

En 1882, un grand nombre de silex, la plupart de Thenay, qui étaient alors à Montoire, furent détruits.

Plusieurs années après le vendeur étant mort, ses héritiers vendirent le reliquat de la collection à Issy.

(1) A. Franchet et G. Delaunay, d'après ce que m'ont souvent dit ceux-ci.

(2) L'abbé Bourgeois, le marquis de Vibraye, A. Franchet et l'abbé Delaunay ont été, de 1856 à 1878, en rapports constants, on pourrait dire presque journaliers. Les principales excursions géologiques et préhistoriques étaient très souvent faites en commun.

tiaires, notamment à Saint-Prest, et signalées par Desnoyers en 1863.

Or, le 4 avril 1864, le marquis de Vibraye écrit à mon père, qui faisait alors des fouilles aux Eyzies : « J'ai été à Dampierre, j'y ai vu les ossements de Saint-Prest et suis loin d'être convaincu de la valeur des incisions intentionnelles. »

Le marquis de Vibraye comptait donc parmi les incrédules.

Je ne possède pas la réponse faite par mon père à la lettre précitée, du 9 mars 1867, mais j'ai bien souvent parlé avec lui (et avec l'abbé Delaunay) des *débuts* de l'Homme de Thenay.

Mon père ne reconnaissait pas à ce moment-là un caractère intentionnel aux tailles des silex de l'abbé Bourgeois, toutefois, il fit plus tard, entre 1867 et 1872, des réserves pour certains d'entre eux, en raison de leur complète similitude avec des types quaternaires. De même, le marquis de Vibraye avait finalement accepté, lui aussi pour quelques silex, l'idée d'un travail humain.

Quant à l'abbé Delaunay, son esprit suggestionnable l'a fait varier souvent dans ses opinions, en matière scientifique, c'est pourquoi il y a lieu de se tenir sur une prudente réserve en ce qui concerne les avis qu'il a pu émettre sur la question de l'Homme tertiaire (1).

*
* *

Nous sommes donc en 1867, le Congrès international d'Anthropologie et d'Archéologie préhistorique tient sa session à Paris. L'abbé Bourgeois fait une communication intitulée : « *L'Homme tertiaire. Etude sur des silex travaillés.* » Il explique qu'après avoir constaté l'existence de silex taillés, à Saint-Prest, dans le dépôt à *Elephas meridionalis*, il a recherché des restes de l'industrie humaine, dans des terrains plus anciens et qu'il a fait ses principales observations à Thenay (près de Pont-Levoy, Loir-et-Cher), dont il indique l'ordre des couches géologiques (voir figure 408, extraite de la note de l'auteur).

« ..... Je commence, dit-il, à trouver les silex travaillés dès la base du calcaire de Beauce....

. . . . . .

« J'ai comparé minutieusement ces instruments tertiaires avec ceux que j'ai recueillis en si grand nombre à la surface du sol dans la même contrée et je n'ai pas tardé à remarquer la complète identité des types fondamentaux. Comme partout ailleurs et comme à toutes les époques subséquentes, ce sont des outils pour couper, percer, râcler ou frapper. Mais, de même qu'à Saint-Prest, je n'ai pas rencontré la forme classique de Saint-Acheul.

« Quoique l'aspect général de ces instruments

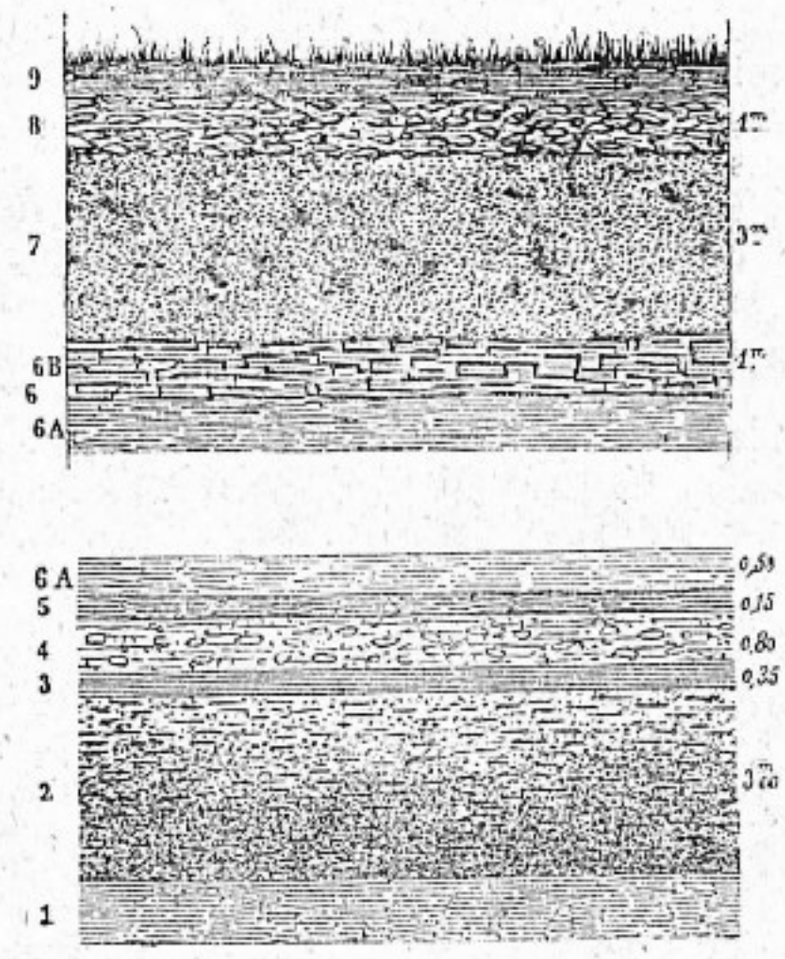


Fig. 408. — Coupes géologiques relevées à Thenay par l'abbé Bourgeois en 1867.

9 Alluvion quaternaire avec silex polis et silex type St-Acheul.
8 Faluns — Silex taillés.
7 Sables de l'Orléanais. — Silex taillés.
6B Calcaire de Beauce compacte. — Sans silex taillés.
6A Calcaire de Beauce à l'état de marne. — Sans silex.
5 Marne argileuse avec *Acrotherium*. — Silex taillés très rares.
4 Marne avec nodules de calcaire. — Silex taillés.
3 Argile. — Principal gisement des silex taillés.
2 Mélange de marne lacustre et d'argile. — Quelques silex taillés.
1 Argile à silex. — Sans silex taillés.

dénote un travail grossier, néanmoins on y observe des retouches fines et faites avec habileté.»

. . . . . .

« Beaucoup de ces instruments ont été déformés par le feu et conséquemment il faut admettre que l'homme était en possession de cet élément. »

L'abbé Bourgeois décrit minutieusement les silex qu'il a trouvés dans cette couche géologique sous-jacente au calcaire de Beauce et qui appartient au miocène, et il ajoute :

« Enfin, je trouve là presque tous les signes auxquels on reconnaît l'action de l'homme savoir : les retouches, les entailles symétriques, les entailles artificielles produites pour correspondre à une entaille naturelle, les traces d'u-

(1) Il n'est pas possible non plus de tenir compte de ce qu'il put écrire *postérieurement au mois de mars* 1881 et particulièrement de ses lettres à l'abbé Vigouroux dont la dernière est datée de mai 1889 (Voir Houssay *loc. cit.*), car à partir de ce mois de mars 1881, son état de santé, malgré des périodes d'accalmie, lui a interdit tout travail de rédaction d'ordre scientifique. Je le sais d'autant mieux que presque jusqu'à la fin de sa vie, il est resté un des familiers de la maison de mon père.

sure et surtout la reproduction multipliée de certaines formes.

« La présence des silex taillés à la base du calcaire de Beauce est un fait étrange, inouï, de haute gravité, mais un fait indubitable pour moi. »

Il termine sa communication en disant :

« En résumé, nous sommes en présence de l'inconnu. Notre devoir est donc de recueillir consciencieusement les faits et de nous montrer sobres d'affirmations jusqu'à ce que la lumière soit faite. Nous devrons sans doute vieillir l'homme européen, mais nous devrons peut-être aussi rajeunir nos fossiles. »

La communication faite au Congrès eut un grand retentissement, mais la taille intentionnelle des silex de Thenay ne fut généralement pas admise.

Pendant les cinq années qui suivirent, l'abbé Bourgeois, fermement convaincu qu'il se trouvait en présence d'une industrie humaine d'époque tertiaire, continua ses recherches.

Il porta de nouveau la question, en 1872, devant le même Congrès international d'Anthropologie et d'Archéologie préhistorique, qui tenait sa sixième session à Bruxelles, mais à cette nouvelle communication, il donne un titre moins affirmatif que celui de 1867. Il intitule sa Note : « *Sur les silex considérés comme portant les marques d'un travail humain, découverts dans le terrain miocène de Thenay.* »

Il apporte au Congrès de nouveaux arguments en faveur de l'Homme de Thenay. Le Congrès resta indécis et, avant de se séparer, il nomma une commission qui se réunit séance tenante.

Elle se composait de quinze membres qui ne purent parvenir à une conclusion précise. Les votes se répartirent ainsi :

Neuf membres virent le travail de l'homme dans une ou plusieurs pièces (d'Omalius d'Halloy, de Quatrefages, Carthailhac, Capellini, Worsaœ, Engelhardt, Waldemar Schmidt, Franks, de Vibraye).

Trois membres ne trouvèrent pas de preuves évidentes (Steenstrup, Virchow, Neirynck).

Deux ne relevèrent aucune trace de travail humain, et l'un refusa de se prononcer.

En résumé, la majorité de la Commission n'était pas absolument hostile à l'Homme tertiaire de Thenay (1).

A l'issue du Congrès de Bruxelles, l'abbé Bourgeois ayant offert au Musée de Saint-Germain, les silex qu'il avait présentés, le Conservateur du Musée, A. Bertrand, provoqua de nouvelles fouilles à Thenay, fouilles à la suite desquelles Abel Maître, qui y avait pris une part active, conclut que les silex ne présentaient aucune taille intentionnelle.

Il serait superflu de passer de nouveau en revue toutes les opinions émises à cette époque sur la probabilité de l'existence de l'Homme tertiaire, toutefois, il est bon de rappeler qu'un des grands arguments de l'abbé Bourgeois et de tous les partisans de sa thèse, s'appuyaient beaucoup sur la présence des silex craquelés et sur leur coloration rougeâtre, qui leur donnait l'apparence de silex ayant subi l'action du feu. Or, il est aujourd'hui surabondamment démontré que ces phénomènes sont dus à certaines actions d'ordre physico-chimique et mécanique.

Lorsqu'en 1878, l'abbé Bourgeois fut frappé brusquement par la mort, les partisans de la taille intentionnelle des silex de Thenay étaient bien clairsemés, si même il en existait encore qui fussent réellement convaincus. C'est pourquoi les recherches faites postérieurement ne suscitèrent pas beaucoup d'intérêt. La cause était entendue, l'Homme n'était pas apparu à l'aurore des Temps tertiaires, tout au moins à Thenay.

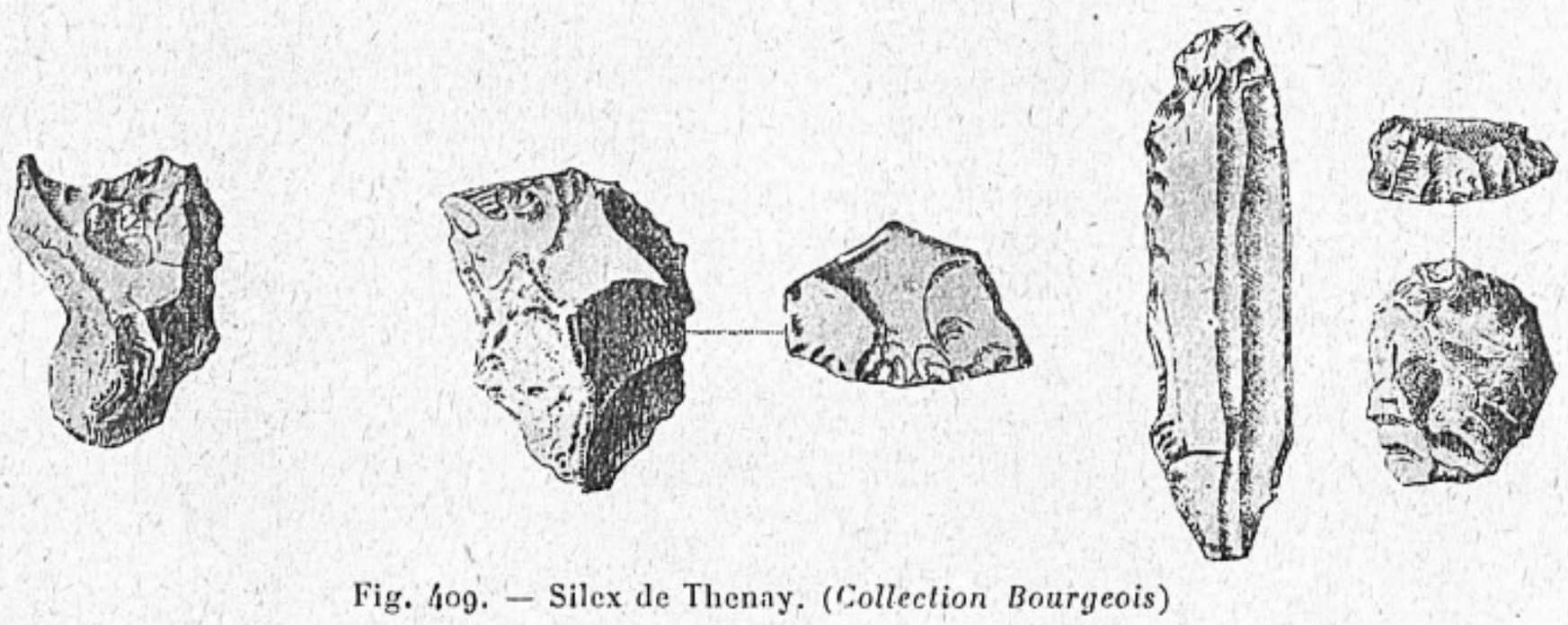


Fig. 409. — Silex de Thenay. (*Collection Bourgeois*)

(1) La hâte avec laquelle avait été nommée cette Commission était une garantie de sincérité dans le verdict rendu. Il arrive, quelquefois, que des Commissions nommées en apparence *ex abrupto* sont, en réalité, composées avec soin pour faire triompher telle ou telle thèse. Mais ce ne fut pas le cas au Congrès de Bruxelles.

II. — La question de l'Homme Tertiaire depuis la mort de l'abbé Bourgeois.

Qu'est devenue la question de l'Homme tertiaire, après la mort de l'abbé Bourgeois qui avait posé si catégoriquement le problème, et qui, par sa haute probité scientifique, par sa foi inébranlable dans la science l'avait imposé à l'attention des savants du monde entier?

Depuis 1878, l'Homme tertiaire est toujours resté inscrit à l'ordre du jour et a fait l'objet d'un certain nombre de recherches.

Au moment même où disparaissait l'abbé Bourgeois, des silex, considérés comme taillés, provenant du miocène d'Otha (Portugal) étaient signalés par Ribeiro ; Rames en trouvait également au Puy-Courny (Cantal) dans le miocène supérieur. Puis ce furent ceux du Chalk-plateau de Kent, rencontrés dans le pliocène ; ensuite un retour vers les anciennes trouvailles de Saint-Prest, ressuscitées par Rutot avec sa fameuse théorie des éolithes, théorie qui embrouilla un peu plus la question (et rendit féroces quelques paisibles préhistoriens).

Enfin, en 1921, les silex du pliocène supérieur d'Ipswich, signalés par Reid Moir, considérés par lui comme taillés par l'Homme, entrent dans le domaine de la discussion.

De toutes ces découvertes, qui ont eu au moins l'avantage de provoquer d'intéressantes recherches géologiques, il n'y a à retenir que les silex du Puy-Courny et localités voisines, et ceux d'Ipswich (Angleterre).

Puy-Courny (*Cantal*). — Rames signala ce gisement en 1869, puis de nouveau en 1877, comme renfermant des silex taillés intentionnellement. Depuis une trentaine d'années, de nombreux géologues et préhistoriens y ont pratiqué des fouilles, ainsi que dans divers Puys de la région. Le Puy-Courny même a été à peu près expurgé de ses silex, en 1907, par l'Anglais Westlake qui transporta son butin en Angleterre où, du reste, il n'en fit rien.

Les opinions au sujet de la taille intentionnelle des silex tertiaires du Puy-Courny sont variables :

Pour : Rutot, Klaatsch, Verworn, Puech, Capitan, A. de Mortillet.

Contre : Boule, Déchelette, Mayet.

Dans une Note publiée en 1924, Capitan fait remarquer notamment, que : « La similitude complète de plusieurs de ces pièces avec les pièces taillées paléolithiques les plus classiques, les plus évidentes, est absolue ; si l'on admet ces pièces paléolithiques comme certainement taillées, il est impossible d'interpréter autrement celles du pontien sans commettre une grossière erreur de logique et supprimer du coup tous nos critériums de taille du silex, résultats de plus de cinquante ans d'études. »

. . . . . .

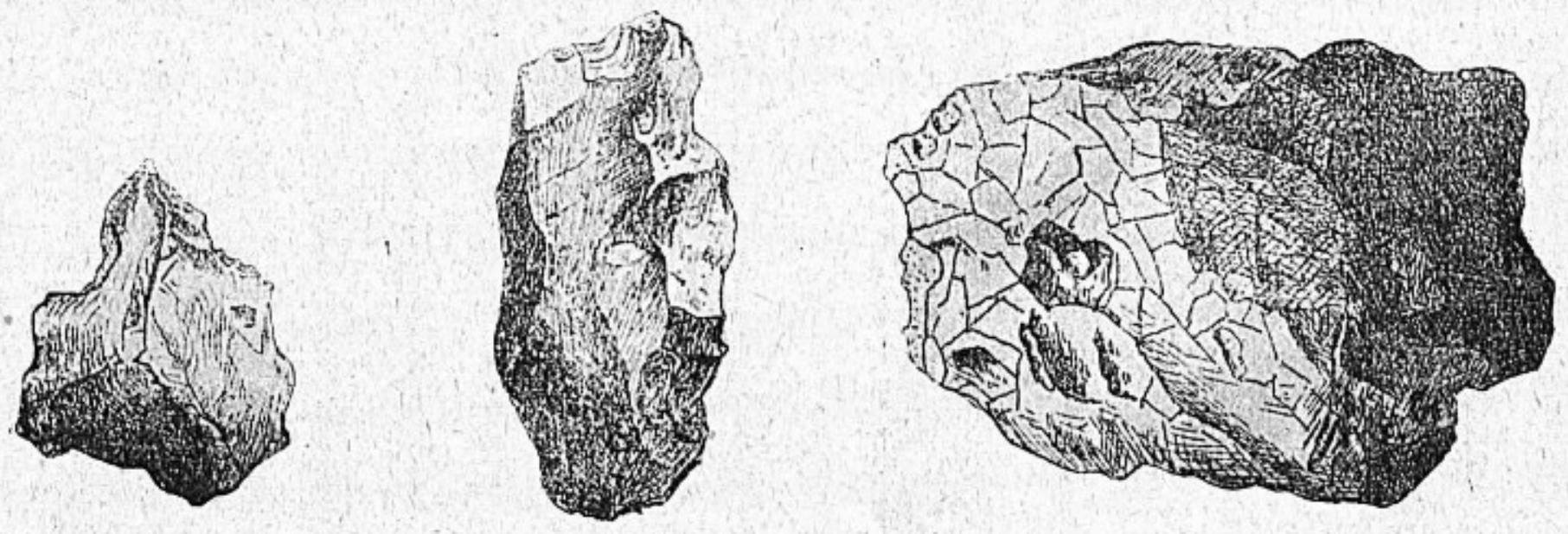


Fig. 410. — Silex de Thenay (*Collection Houssay*)

« Certes, nous ne convaincrons que des préhistoriens instruits. Les paléontologistes exigeront toujours un os ou une dent (1)... »

Cela prouve que les paléontologistes ont un esprit scientifique particulièrement évolué. Quant aux préhistoriens réellement instruits, ils demanderont des preuves *absolues* et non pas des opinions, si sincères et si respectables qu'elles soient .

Ipswich (*Angleterre*). — Le gisement d'Ipswich a été signalé par Reid Moir en 1910. L'examen des silex a été limité à ceux de la base du pliocène et cette couche a fait l'objet, de la part des géologues, d'un travail remarquable, qui a permis une identification rigoureuse.

Capitan s'est occupé spécialement de la question archéologique. Il avait tout d'abord reçu de Reid Moir une vingtaine de pièces sur lesquelles il avait retenu cinq pièces dont il considéra la taille comme intentionnelle.

(1) Capitan et Marty. *Les alluvions pontiennes des environs d'Aurillac* (*Cantal*) *et leurs silex taillés* (*Rev. antr.*, 1924). La partie archéologique a été exclusivement rédigée par Capitan, et la partie géologique par Marty.

« Objectivement, dit-il, il n'y a pas le moindre doute. Ce sont des silex taillés volontairement par une main déjà assez habile. Ils indiquent sans doute possible l'existence d'un être intelligent ou précurseur (1). »

Capitan étant allé à Ipswich, fait remarquer que la collection Moir et celle du Musée d'Ipswich renferment une centaine de pièces « tout au plus » dont une vingtaine environ « paraissent indiscutablement travaillées ».

Paraissent ; il est donc beaucoup moins affirmatif que lors de l'examen des pièces, envoyées précédemment par Moir.

Cependant, après avoir passé en revue tous les faits d'ordre géologique et archéologique, il n'hésite pas à conclure : « L'existence de l'Homme tertiaire est donc, de ce fait, ainsi établie et cette fois sur des preuves et au moyen d'arguments autrement solides que ceux présentés jadis. Par suite, l'antiquité de l'homme se trouve terriblement reculée. Mais il n'y a qu'à s'incliner devant les faits bien observés : »

Preuves et arguments autrement solides que ceux présentés jadis ! dit Capitan. Relisons les travaux de l'abbé Bourgeois et nous y retrouverons, à l'analyse, les mêmes preuves et les mêmes arguments qui apparaissaient alors, quoiqu'exposés avec plus de prudence, comme tout aussi solides. Ce qui ne l'empêchait pas de dire : *montrons-nous sobres d'affirmations !* L'avenir a démontré la sagesse de ces paroles.

Malgré les louables efforts des archéologues qui se sont occupés du Puy-Courny et d'Ipswich, bien d'autres savants ne s'inclinent pas devant des faits qu'on ne peut observer le plus souvent qu'à travers les brumes de l'hypothèse.

Il est bien évident que le fait principal, celui sur lequel repose, dans l'état actuel des choses, la *preuve* de l'existence de l'Homme tertiaire, dans les deux stations précitées (comme du reste à Thenay), réside uniquement dans la taille intentionnelle des silex.

Or, cette preuve n'est pas encore faite, pas plus que n'ont pu la faire, à Thenay, l'abbé Bourgeois et les savants éminents qui partageaient ses vues.

Le silex, qui est actuellement le seul critérium auquel nous sommes réduits, est un détestable éléments d'appréciation.

En effet, il se taille naturellement, non pas seulement par choc, mais par pression ou simplement par suite de changements dans la température du milieu où il se trouve. Et ces tailles naturelles sont quelquefois si semblables aux tailles intentionnelles qu'il devient souvent difficile de les différencier. Tous les géologues et les préhistoriens savent cela, ce qui ne m'a pas empêché de le faire observer à mon ami Capitan lorsqu'à plusieurs reprises il me montra les spécimens de Puy-Courny et d'Ipswich. Si certaines tailles sont identiques à celles des silex de l'Homme du paléolithique, il n'en est pas moins vrai qu'elles présentent aussi parfois la même analogie avec celles des silex que je lui ai montrés en 1922, à son retour d'Ipswich, et que j'avais recueillis dans le lit de la Loire, silex qui, par conséquent, n'étaient certainement pas taillés par l'homme.

Dans toutes ces trouvailles de silex taillés tertiaires, deux faits bien singuliers doivent retenir l'attention.

Tout d'abord, on trouve tous les outils « pour couper, percer, râcler ou frapper, comme partout ailleurs à toutes les époques subséquentes » a dit l'abbé Bourgeois, en parlant de Thenay, et comme l'a répété aussi Capitan, mais avec plus de détails, au sujet des silex de Puy-Courny et d'Ipswich où il signale particulièrement des formes nettement moustériennes.

En second lieu, avec ces outils de types appartenant « à toutes les époques subséquentes » on ne trouve jamais aucun de ces instruments chelléens, acheuléens et moustériens appelés si improprement « coups de poing » (ce qui implique une idée d'arme, alors que ce ne sont que des outils).

Ces constatations incitent à conclure que l'Homme tertiaire aurait eu besoin des mêmes outils que l'Homme du quaternaire, ce qui impliquerait une civilisation sinon semblable, tout au moins très voisine. La seule évolution qui se serait manifestée au pléistocène inférieur où l'Homme succède, géologiquement si j'ose dire, à celui du pliocène supérieur, ne se serait manifestée, d'une façon vraiment apparente, que par le façonnage de l'instrument amygdaloïde qui caractérise le chelléen.

Autrement dit, dans l'énorme espace de temps qui sépare l'Homme pliocène de l'Homme moustérien, la civilisation n'aurait pas sensiblement évolué alors que cette évolution est si nette à partir de l'aurignacien jusqu'au néolithique.

Cette longue stagnation de l'Homme tertiaire est assez peu vraisemblable, car le premier outillage est aussi le premier indice d'une civilisation qui ne reste jamais stationnaire, car si elle ne se maintient pas en progression constante, elle tombe rapidement en état de régression. On peut évidemment opposer l'exemple de certains peuples, l'Australie par exemple, dont les indigènes sont encore dans un état extrêmement primitif. Mais nous ignorons complètement quel était l'état de leur civilisation il y a seulement cinq cents ans qui ne représentent dans le Temps, pour l'Histoire d'un peuple, que la durée d'un éçlair.

Les silex de Thenay ne pouvaient que difficilement être considérés comme les témoins

(2) CAPITAN. *Les silex tertiaires d'Ipswich (Rev. anthr.*, 1922). Voir aussi *Revue anthr.* 1923, page 53.

d'une industrie humaine en raison de leur position stratigraphique, position située à un niveau vraiment trop bas.

Si au Puy-Courny et à Ipswich la position stratigraphique dans le pliocène permet d'admettre la présence de l'Homme ou tout au moins d'un être capable de réaliser une industrie lithique, par contre les produits de cette industrie restent très douteux *puisqu'il est impossible de faire la preuve* que la taille des silex est intentionnelle, d'autant plus impossible que la même taille se rencontre assez fréquemment dans des conditions qui interdisent toute idée de travail humain.

C'est pourquoi, je ne puis partager l'opinion du Dr Capitan lorsqu'il dit dans ses conclusions au sujet d'Ipswich :

« Vouloir pour les besoins de la cause, assimiler ces pièces à des cailloux brisés et écaillés par des actions naturelles, c'est faire acte d'un parti-pris irréductible de fermer les yeux à l'évidence ou d'une méconnaissance complète de la technologie préhistorique la plus élémentaire. »

Pourquoi parler de « parti-pris irréductible » alors qu'il s'agit seulement de cette prudence qui doit être la règle de tout savant, et qu'à mesure que la science devient plus exigeante, *nous devons nous montrer plus sobres d'affirmations*.

Affirmer péremptoirement, sur le témoignage d'une industrie incertaine, que l'Homme tertiaire a existé, est aussi imprudent que d'affirmer qu'il n'a jamais existé.

La vérité est que nous n'en savons rien encore.

Le champ des recherches est ouvert à tous, mais peut-être qu'avant de songer à vieillir l'Homme, faudra-t-il songer à rajeunir nos méthodes désuètes, cristallisées dans leurs vieux dogmes.

Conclusion.

Aujourd'hui, comme en 1863, le problème est toujours à résoudre.

L'Homme tertiaire n'est pas encore dégagé des ténèbres qui l'enveloppent.

Si l'abbé Bourgeois n'a pu démontrer une origine aussi formidablement éloignée, il n'en restera pas moins une des grandes figures de la Préhistoire française. Son insuccès disparaît devant l'énormité du problème que le premier il a osé poser, que le premier il a tenté de résoudre.

Quelles pensées ont dû assaillir son esprit pendant les quinze dernières années de sa vie, alors qu'il avait l'espérance de pouvoir ajouter une nouvelle page à l'Histoire de l'Humanité, lorsqu'il promenait son rêve à travers les quinconces, les magnifiques jardins de l'Abbaye, à travers son parc au bout duquel il y a Thenay, ses fossiles et ses silex !

Les silex de Thenay ! Il les a cru taillés par la main de l'Homme parce qu'il leur a reconnu les caractères décrits par les plus savants préhistoriens de son époque.

Qui donc songerait à lui faire supporter le poids d'une erreur que bien d'autres avec lui ont commise, surtout si nous considérons qu'après cinquante ans... nous ne sommes pas plus avancés?

Un jour peut-être, l'existence de l'Homme tertiaire pourra être effectivement prouvée. Ce jour-là, les archéologues devront se rendre au tombeau de l'abbé Bourgeois : ils y verront gravés dans la pierre les mots suivants, qui leur rappelleront que c'est lui qui en est vraiment le « *Sagax Inventor* », et que son nom devra rester inséparable de l'Histoire de la plus lointaine Humanité :

LVDOVICVS. BOURGEOIS.
CANONICVS. ECCLESIÆ. BLESENSIS. EGREGIVS. SACERDOS.
PIETATE. DOCTRINAQVE. VIR. INSIGNIS.
ILLVSTRIS. PHILOSOPHIÆ. PROFESSOR.
IN SCIENTIA. QVAM. GEOLOGIAM. DICVNT.
VNVS. E. PRINCIPIBVS.
DOCVMENTORVM. QVIBVS. HOMO. TERTIARIVS.
POSTERIS. EXAMINANDVS. TRADITVR. SAGAX. INVENTOR.
PRÆCLARVS. GYMNASII. PONTILEVIENSIS. RECTOR.
DIE. XIII. ANTE. KALL. IVLII. MDCCCLXXVIII.
ANNOS. LIX. NATVS. OBDORMIVIT. IN. DNO.

ENARRAT. NATVRA. DEVM. SCIENTIA. FIDEI. COMES.

Cinquante années ont passé depuis qu'il est entré dans l'Immortalité et sa grande Ombre plane toujours sur la vieille Abbaye.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Octobre 1928). — *Théorie des ensembles.* La définition de l'ordre de mesure d'un ensemble fermé, donnée récemment par M. *Georges Bouligand* se rapprochait de la construction de Canton-Minkowski; en s'appuyant sur les théories modernes de la mesure et sur les idées de Hausdorff, l'Auteur développe une nouvelle définition. Il envisage notamment les limites inférieure et supérieure des ordres de dimension des ensembles homéomorphes à un ensemble donné.

Algèbre. M. *Serge Bernstein* considère les polynomes monotones $f(x)$ de degré élevé, n, tels que $f(0) = 0$, $f(l) = 1$; et il donne deux expressions asymptotiques du maximum et du minimum de ces polynomes pour $x = \alpha l$ ($\alpha < 1$).

Analyse. 1. Comme l'indique M. *A. Buhl* la fonction $E_2(y)$ peut être employée utilement pour l'étude de la convergence des séries qui vérifient formellement l'équation $\frac{\partial^2 z}{\partial y^2} = \frac{\partial z}{\partial x}$; la valeur limite de α qui assure la convergence est $1/2$; la fonction se rapproche alors de l'intégrale de Gauss, utilisée dans la théorie des probabilités.

2. En appliquant la théorie des familles normales de M. Montel, M. *P. J. Myrberg* obtient l'important résultat que voici : Tout groupe de transformations biuniformes qui laissent invariant un domaine fini est proprement discontinu dans ce domaine dès qu'il n'admet pas de transformations infinitésimales.

3. En s'appuyant sur les résultants qu'il a obtenus récemment pour les équations linéaires aux dérivées partielles, M. *Georges Giraud* donne pour les solutions des équations non linéaires, à coefficients non analytiques, des théorèmes d'existence dont la démonstration est plus simple que celles qui concernent les équations analytiques.

4. M. *Florin Vasilesco* énonce une série de théorèmes qui permettent d'établir que, dans l'espace à deux dimensions un ensemble de capacité non nulle a nécessairement des points réguliers; pour l'espace à plus de deux dimensions, la question reste ouverte.

5. M. *Laurence Chisholm Young* montre que si $g(x)$ est à variation bornée, si la fonction $\varphi(t)$ est continue et telle que $g[\varphi(t)]$ soit à variation bornée, on a pour tout intervalle (α, β) tel que $g(x)$ soit continue en $x = \varphi(\alpha)$ et $x = \varphi(\beta)$,

$$\int_{\alpha}^{\beta} f[\varphi(t)]\, dg[\varphi(t)] = \int_{\varphi(\alpha)}^{(\varphi)} f(x)\, dg(x)$$

pourvu que les deux membres aient un sens.

6. M. *Fr. Wolf* montre que sous certaines conditions, la série trigonométrique $\Sigma\, a_{\lambda_n} e^{\lambda_n x}$ d'une fonction pseudo-périodique $f(x)$ est équiconvergente avec la série de Fourier (au sens classique) de $f(x)$ dans tout intervalle fini; dès lors les propriétés des séries classiques qui se déduisent de leur mode de convergence sont encore valables.

7. On connaît ce théorème fondamental de la théorie des familles normales : toute famille de fonctions méromorphes dans un domaine où elles prennent trois valeurs exceptionnelles fixes est normale dans ce domaine. M. *Walter Saxer* parvient à établir une réciproque du théorème.

Géométrie. M. *Piazzolla-Beloch* montre que « les surfaces générales du troisième ordre, possédant des droites sur les couples de points de contact des plans passant par elles, formant une involution elliptique, sont les seules surfaces du troisième ordre qui possèdent des courbes à branches enchaînées ».

Géométrie infinitésimale. 1. Certains problèmes, tel celui des polygones de Poncelet, introduisent des systèmes de n équations à n inconnues qui ne possèdent pas toujours des solutions; et il y a intérêt à chercher les conditions que doivent remplir les problèmes pour qu'il y ait indétermination. M. *Bertrand Gambier* étudie des courbes gauches unicursales à 16 paramètres, présentant quatre tangentes remarquables, et qui, soumises à des transformations homographiques conservant trois de ces tangentes, conduisent à des problèmes analogues.

2. M. *Delloue* étudie les lignes de courbure dans le voisinage d'un ombilic; il indique notamment des cas usuels où il passe par l'ombilic soit une seule ligne, soit une infinité de lignes de courbure.

3. M. *Bertrand Gambier* signale un groupe élégant de trois involutions biaxiales, dont les supports sont trois couples de génératrices d'une quadrique se divisant harmoniquement deux à deux; et il indique diverses propriétés de ce groupe de transformations, — et, notamment des propriétés relatives aux courbes gauches unicursales.

Mécanique rationnelle. M. *N. Cetajer* suppose que dans le mouvement d'une masse fluide, les trajectoires des points de la région r_0 sont invariantes quand t augmente de $k\tau$ (k, entier) quelconque et que les points de r_0 ne sortent pas d'une région bornée. Il en déduit que, presque partout dans r_0, les trajectoires ont la stabilité à la Poisson.

Mécanique céleste. M. *H. Andoyer* présente les équations des perturbations sous une forme simple qui met en évidence les propriétés générales de ces perturbations; en particulier la méthode fournit une démonstration remarquablement simple du théorème de Poisson.

Hydrodynamique. 1 et 3. M. *R. Mazet* étudie l'écoulement d'un liquide pesant par un orifice rectangulaire horizontal étroit situé au fond d'un vase; il suppose de plus, qu'à une certaine distance le mouvement doit être insensible, la pression étant à peu près égale à la pression hydrostatique. Moyennant ces hypothèses, l'Auteur détermine les conditions de l'écoulement par jet. Il analyse également le début de l'écoulement du fluide.

2. Etudiant le mouvement rotationnel permanent des liquides non parfaits. M. *Grialou* obtient, notamment pour l'étude de la vitesse le long de trajectoires à double courbure, des formules qui rappellent celles des trajectoires planes.

Physique mathématique. M. *Paul Lévy* a résolu, grâce à l'aide de M. G. Cerf, le problème de la détermination d'un ds^2 de *Schwarzschild*, à coefficients fonctions du temps. Ce même problème a été résolu aussi par M. Mineur. Il conduit à un résultat négatif : il n'y a pas d'ondes de gravitation; il ne peut y avoir que des ondes apparentes.

Physique générale. Considérant les solutions de l'équation adjointe à celle de Schrödinger, relative à l'atome libre, M. *L. Goldstein* montre qu'elle a une structure doublement statique : elle renferme non seulement des éléments de probabilités de configuration, mais des éléments de probabilités de passage.

Economie mathématique. Récemment, M. Divisia a envisagé la désirabilité d'un bien indirect, et il admis, qu'on ne pouvait pas l'indiquer par une dérivée partielle. A l'aide de la loi de Jevons-Walras, M. *Maurice Fréchet* montre pourtant qu'on peut définir un tel indice par la dérivée partielle d'une fonction convenablement choisie.

René Garnier.

Spectroscopie

Filtres permettant d'isoler d'étroites régions spectrales. — De nombreuses recherches dans des domaines très divers exigent que l'on puisse isoler d'étroites régions spectrales pour permettre d'en étudier séparément les effets. L'emploi de filtres colorés préparés au moyen de matériaux à absorption sélective s'impose le plus souvent, mais il importe que ces filtres soient stables et que les bandes d'absorption aient des limites très abruptes. Les

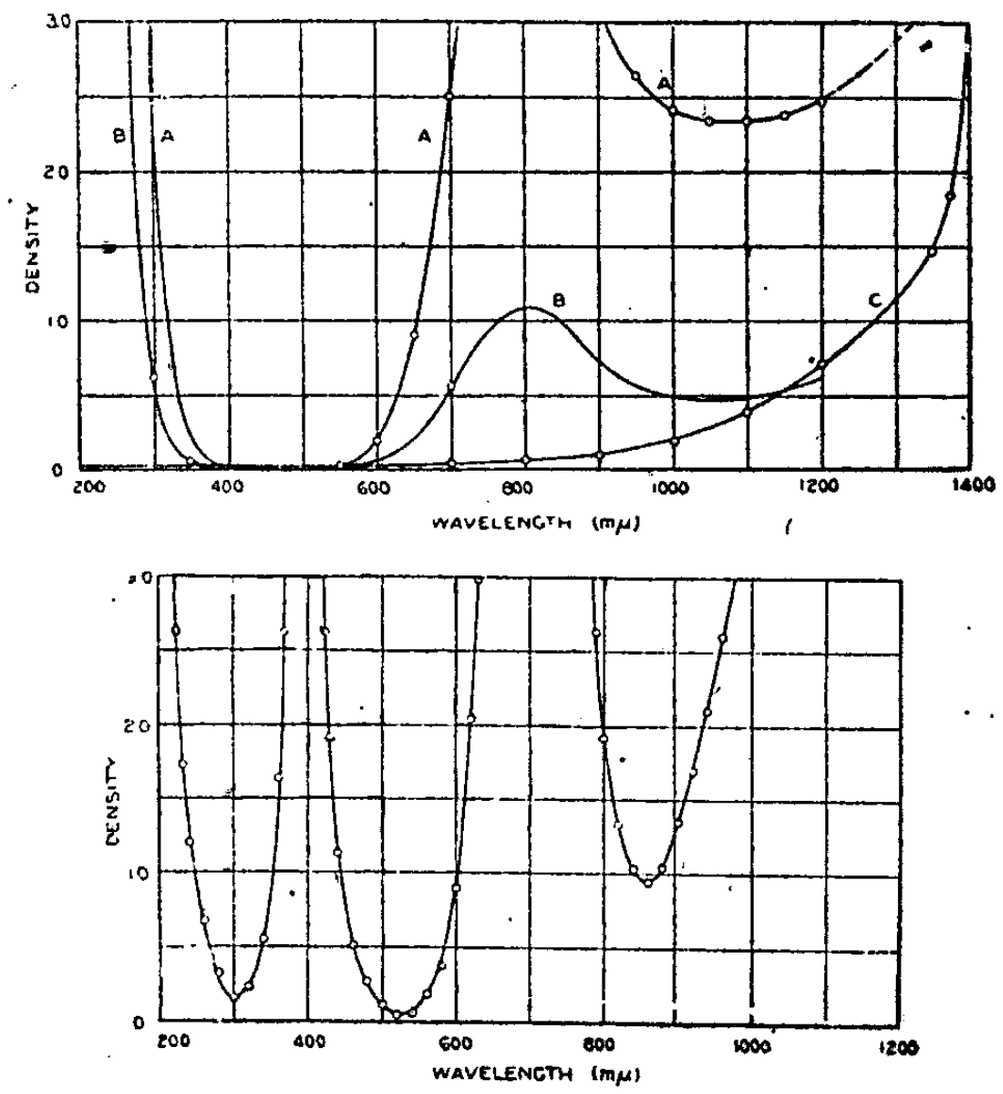


Fig. 411.

filtres que Lloyd A. Jones, des laboratoires de recherches Kodak, décrit dans un article de *Sciences et Industries Photographiques* (1) sont à ces deux points de vue très intéressants et peuvent rendre de grands services.

Les matériaux employés pour les former sont l'eau distillée, des solutions de sulfate de cuivre (SO^4Cu, $5H^2O$) et de sulfate de nickel (SO^4Ni, $7H^2O$) quelques verres de la Corning Glass C° (n°s G-986 A, G-586 et G-980 A) et des écrans Wratten en gélatine colorée (n°s 88 A, 25, 61 et 49). L'eau, très absorbante dans la région infra-rouge peut être employée à absorber les radiations de grande longueur d'onde, comme le montre dans la fig. 411, la courbe C, établie d'après les données de Coblentz (couche d'eau de 2 cm. d'épaisseur).

La courbe A de la même figure indique l'absorption d'une solution à 5 o/o de sulfate de cuivre sous une épaisseur de 2 cm., corrections faites des pertes par réflexion sur les surfaces air-quartz de la cuve contenant le liquide.

(1) 1er septembre 1928.

A l'épaisseur et à la concentration correspondant à la courbe A, l'absorption en 300 mμ est relativement grande. La courbe B indique l'absorption d'une solution de sulfate de cuivre à 1 o/o sous une épaisseur de 2 cm; la densité pour 300 mμ n'est plus que 0,6 correspondant à une transmission de 25 o/o; mais, à cette dilution, l'absorption dans l'infra-rouge est considérablement diminuée, aussi une solution diluée n'a-t-elle plus guère d'efficacité pour arrêter les radiations de grande longueur d'onde.

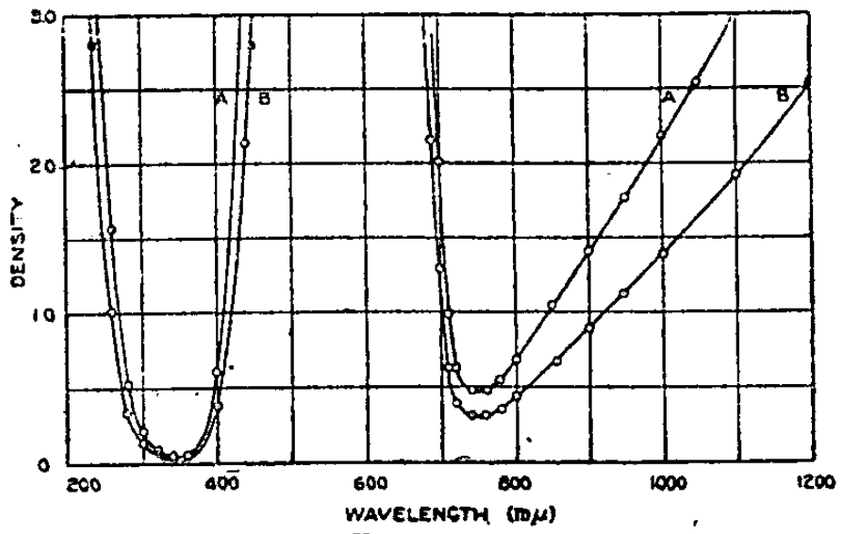


Fig. 412.

Le graphique inférieur (fig. 411) reproduit la courbe spectrophotométrique d'une solution aqueuse à 50 o/o de sulfate de nickel cristallisé sous une épaisseur de 1 cm.; ce

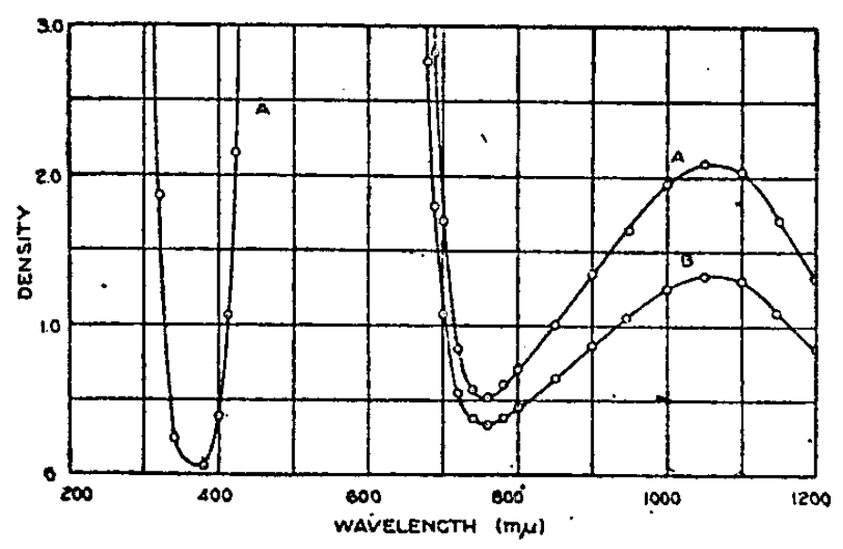


Fig. 413.

sel possède trois bandes de transmission à limites assez brusques avec leurs maximum respectifs en 300, 530 et 860 mμ; la transmission à chacun de ces maximum est très grande.

La fig. 412 indique l'absorption d'un échantillon de

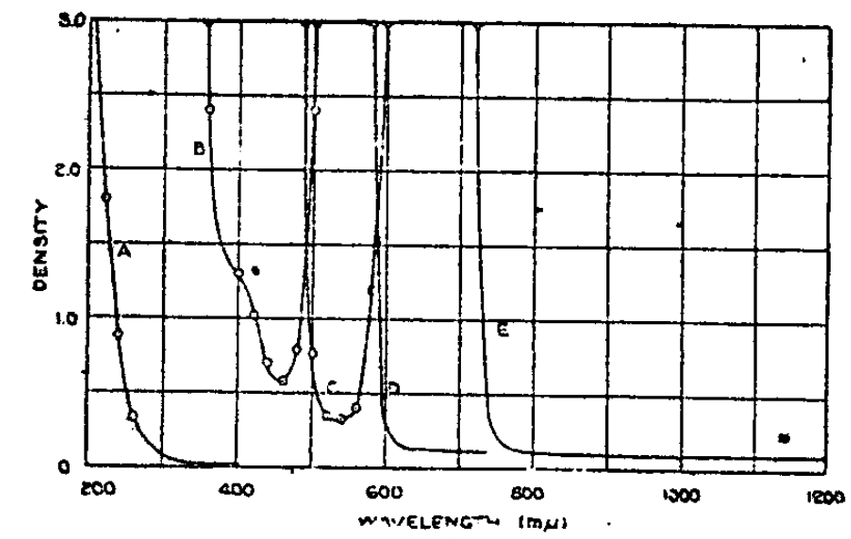


Fig. 414.

verre Corning n° G9-86.A ,la courbe A correspond à une épaisseur de 5 mm. et la courbe B à une épaisseur de 3, mm.

Les courbes de la fig. 413 s'appliquent au verre Corning G-586; la courbe A correspond à une épaisseur de 5 mm. et la courbe B à une épaisseur de 3,2 mm.; elles se confondent dans la région ultra-violette. La bande de transmission dans l'ultra-violet est un peu plus étroite que celle du verre précédent.

La courbe E de la fig. 414 représente l'absorption de l'écran Wratten 88 A, pratiquement opaque de 200 à 720 mμ et très transparent pour toutes les longueurs d'onde supé-

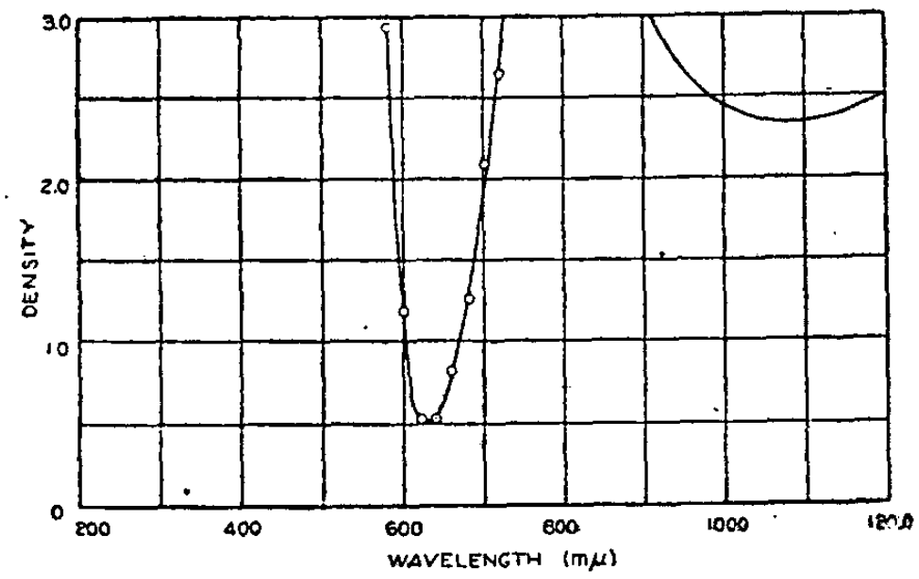


Fig. 415.

rieures à 720 mμ; la densité 0,04 trouvée dans la région 800-1.200 mμ doit être attribuée aux pertes par réflexions superficielles. Ce filtre n'absorbe que 16 o/o du rayonnement total d'un filament de tungstène à la température d'environ 2.800° absolus, on peut compter 8 o/o soit la moitié pour les réflexions superficielles, l'autre moitié correspondant à l'absorption des radiations de

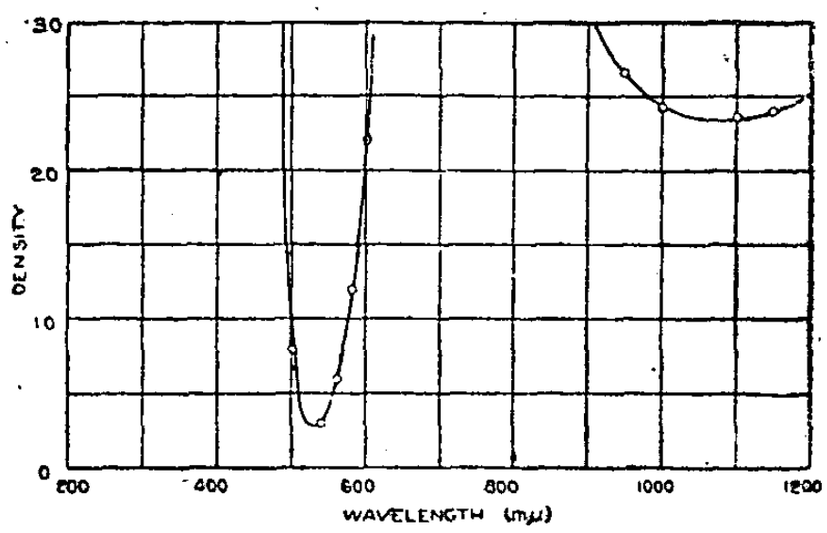


Fig. 416

longueur d'onde inférieure à 720 mμ. La courbe D montre l'absorption de l'écran Wratten n° 25 (filtre rouge pour sélection trichrome) dont l'absorption est très brusquement délimitée en 590 mμ et qui est très transparent dans la région des grandes longueurs d'onde.

La courbe C est celle de l'écran Wratten n° 61 (filtre vert pour reproduction trichrome d'après autochrome) et la courbe B celle de l'écran Wratten n° 49 (filtre bleu pour sélection trichrome).

La courbe A de la fig. 414 est relative à un échantillon de verre Corning n° G-980.A de 5 mm. d'épaisseur; ce verre est très transparent dans l'ulttra-violet, dans le spectre visible et dans l'infra-rouge, la courbe ne représente que l'absorption par le verre correction faite des pertes par réflexion. Pour la radiation 300 mμ, la densité n'est que 0,09, correspondant à une transmission de 80 o/o, sa transmission est très élevée dans la région 320 à 1.200 mμ; ce verre n'absorbe que 12 o/o du rayonnement total d'un filament de tungstène à 2.800° absolus dont 8 o/o doivent être atribués aux pertes par réflexion. Pour de nombreux usages ce verre constitue un excellent succédané du quartz puisqu'il transmet très largement les

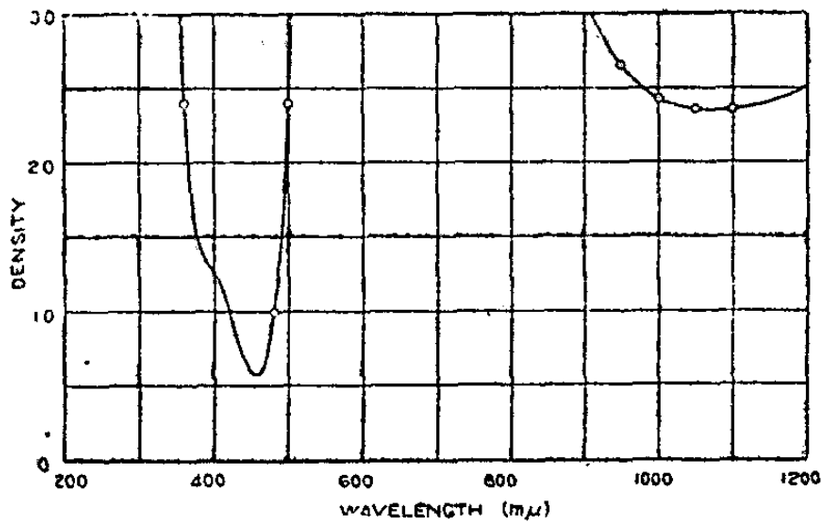


Fig. 417.

radiations voisines de 300 mμ complètement absorbées par les autres verres.

La combinaison des matériaux qui nous venons de passer en revue donne des filtres ne transmettant que des domaines restreints du spectre.

Pour l'*infra rouge*, l'écran Wratten 88 A transmet librement toutes les radiations supérieures à 720. En lui adjoignant une épaisseur d'eau de 2 cm., puis en plus

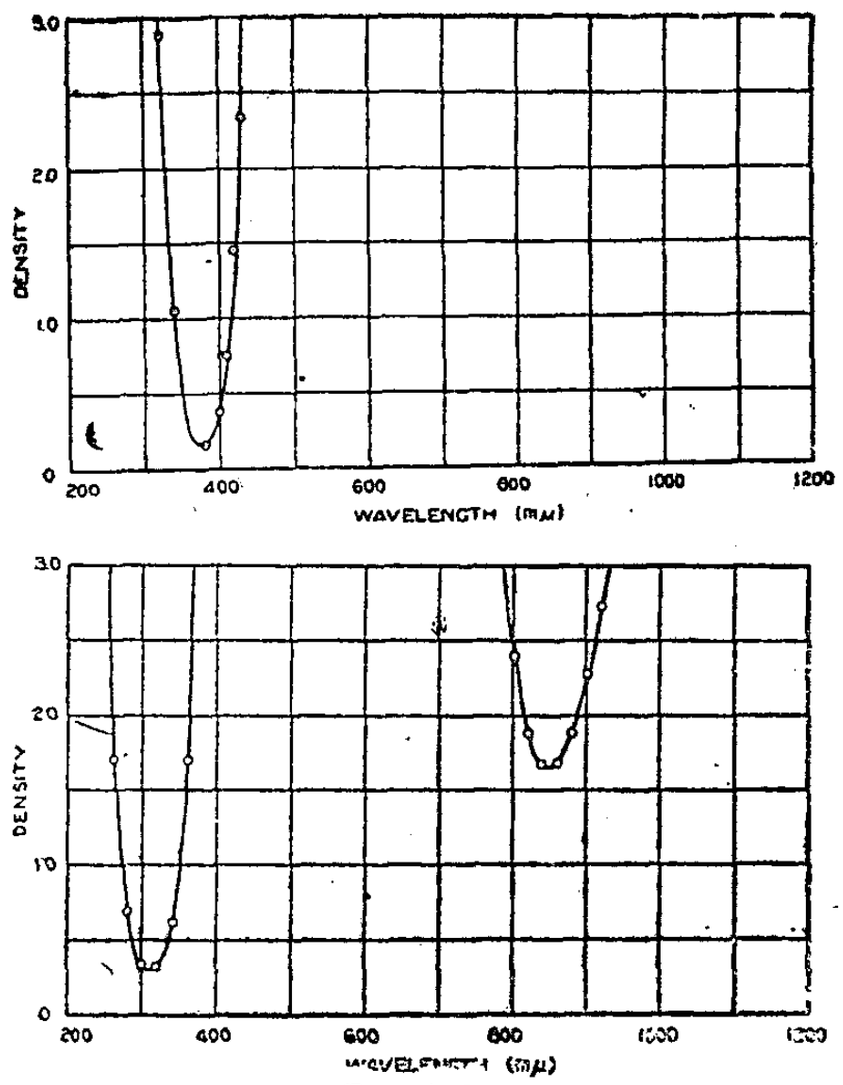


Fig. 418.

3,2 mm. de verre Corning G. 986 A on réduit du côté de l'infra rouge la largeur de la bande transmise.

Filtre rouge orangé. Ce filtre est constitué en combinant l'écran Wratten n° 25 avec une épaisseur de 2 cm. d'une solution à 5 o/o de sulfate de cuivre cristallisé; la transmission de cette combinaison est représentée par la fig. 415 la bande transmise s'étend de 590 à 690 mμ avec maximum en 630 mμ, la densité du maximum est 0,62 correspondant à une transmission de 26 o/o.

Filtre vert. On obtient ce filtre en combinant l'écran Wratten n° 61 avec 2 cm. d'une solution à 5 o/o de sulfate de cuivre cristallisé; la fig. 416 en indique les carac-

tères. Ce filtre transmet les radiations comprises dans l'intervalle 490 à 600 mμ; à son maximum en 530 mμ, la densité 0,28 correspond à une transmission de 52 o/o.

Filtre bleu. — La combinaison d'un écran Wratten n° 49 avec une couche de 2 cm. d'une solution à 5 o/o de sulfate de cuivre donne le filtre dont la courbe d'absorption est représentée par la fig. 417. La bande de transmission est comprise en 380 et 500 mμ avec maximum en 460 mμ; pour cette longueur d'onde, la densité 0,58 indique une transmission de 26 o/o.

Filtre pour le proche ultra-violet. — Ce filtre est obtenu en combinant 2 cm. d'une solution à 10 o/o de sulfate de cuivre avec 3,2 mm. de verre Corning G. 586. Il transmet de 330 à 430 mμ; au maximum en 380 mμ, la densité 0,16 correspond à une transmission de 69 o/o (fig. 418).

Filtre pour ultra violet. — Ce filtre résulte de la combinaison de 1 cm. d'une solution à 50 o/o de sulfate de nickel et de 3,2 mm. de verre Corning G-986 A; la transmission s'étend de 260 à 360 mμ avec maximum en 310 mμ où la densité 0,3 correspond à une transmission de 50 o/o. Une seconde bande de transmission a son maximum en 850 mμ mais l'infra-rouge n'est ainsi transmis qu'en faible proportion (fig. 418).

J. B.

Physique

Les supraconducteurs. — Le célèbre physicien hollandais Kamerlingh Onnes, qui s'est spécialement illustré dans le domaine des très basses températures, a trouvé qu'il existe, au voisinage du zéro absolu, une température critique, au-dessous de laquelle les métaux cessent d'opposer au courant électrique une résistance sensible. On dit que ces métaux sont devenus supraconducteurs.

La découverte de la supraconductibilité a été, pour Kamerlingh Onnes, le point de départ d'expériences du plus haut intérêt du point de vue de la structure de la matière. Depuis sa mort, les circonstances du phénomène continuent à faire l'objet de recherches nombreuses au Laboratoire Cryogénique de Leyde. Le directeur actuel de ce centre scientifique si actif, W. J. de Haas (1), est venu rendre compte de ses résultats récents devant la British Association, réunie à Glasgow en 1928.

De Haas, établit que, jusqu'à présent, on a reconnu pour supraconducteurs le plomb, le mercure, l'étain, l'indium et le thallium. Le seuil de supraconductibilité, 3°6 absolus pour l'étain, est variable avec le métal considéré. La supraconductibilité cesse à une température supérieure, et un champ magnétique d'intensité convenable peut aussi la faire disparaître. Mais les valeurs critiques, tant de la température que du champ, ne sont pas des points strictement précis. En outre, dans les courbes qui représentent la résistance électrique en fonction de la température, la branche ascendante ne coïncide pas avec la branche descendante. On peut comparer l'hystérésis qui se produit à un souvenir de la matière.

De Haas a étudié la supraconductibilité du mercure dans des tubes capillaires de verre très fins, de 10 mm. de long. Dans les courbes du phénomène, il a relevé des discontinuités qu'il attribua à la formation de cristaux dans le mercure. De Haas et Kinosbita ont recherché si l'hystérésie que présente la supraconductibilité se retrouve dans les constantes élastiques des supraconducteurs, et ils ont constaté qu'il n'en est rien. Par exemple, lorsque le mercure devient supraconducteur, son module de torsion ne change pas, non plus que sa conductivité thermique, ainsi qu'il résultait déjà des recherches de Kamerlingh. Onnes.

De Haas envisage la conductivité électrique des métaux comme le résultat d'un mouvement électronique entre les atomes en orientation favorable. Au-dessous du seuil de supraconductibilité, le courant électrique tendrait à se maintenir de lui-même, à la faveur du champ magnétique qu'il engendre. A mesure qu'on approche du zéro absolu, les mouvements thermiques et les vibrations forcées des atomes, qui deviennent toujours plus faibles, acquièrent de plus en plus de régularité, et les électrons extérieurs des atomes, dont le synchronisme devient rigoureux, peuvent passer facilement d'un atome à l'autre. Le courant électrique ne rencontre plus de résistance. On peut remarquer que tous les superconducteurs connus ont, dans leurs orbites extérieures 2 ou 3 ou 4 électrons. Le synchronisme nécessaire serait de réalisation plus difficile avec des orbites extérieures à un seul électron.

Afin d'élucider les processus de la superconductibilité, Kamerlingh Onnes avait mis en expérience un fil de cuivre recouvert d'une mince couche d'étain, métal sup.a conducteur. Dans l'hypothèse du libre passage des électrons du cuivre à l'étain et de l'étain au cuivre, on ne peut prévoir aucune supraconductibilité du fil. La supraconductibilité de la mince couche d'étain doit, au contraire, se manifester dans le cas d'un effet de friction s'opposant au passage des électrons d'un métal à l'autre, et c'est bien ce que démontre l'observation. De Haas a encore étudié la supraconductibilité d'une baguette d'étain gris en poudre, de 7 cm. de diamètre, comprimé sous forte pression. Dans un champ magnétique de 500 gauss, l'étain gris s'est comporté comme l'étain blanc, malgré la dissimilitude des réseaux cristallins des deux variétés allotropiques.

De Haas signale enfin qu'on a préparé des alliages binaires, qui doivent leur supraconductibilité à un seul de leurs métaux constituants. Ce sont les alliages Bi^5Tl^3, Sn^2Sb^3 et Sb Sn et encore Ag^3Sn et Cu^3Sn. De Haas observe que les métaux respectivement intéressés dans ces alliages, ont en général des numéros atomiques voisins : Bi 83, Tl 81, Sb 51, Sn 50, Ag 47 et Cu 29. De Haas en conclut que la symétrie du réseau du métal supraconducteur ne serait que peu modifiée par la substitution de l'autre métal, en sorte que pour les déplacements électroniqus, il n'en résulterait que des perturbations faibles.

S. V.

Médecine

La lèpre et sa prophylaxie. — En raison des communications faciles et rapides qui unissent l'Europe occidentale aux contrées où la lèpre est endémique, les cas d'importation de cette maladie en France sont maintenant assez communs. Les connaissances des praticiens sur cette maladie étant souvent insuffisantes, l'Académie de Médecine a décidé de rédiger une notice sommaire destinée à préciser les notions qu'ils possèdent et à leur indiquer la conduite à tenir lorsqu'ils se trouvent en présence d'un cas de cette maladie en période évolutive. Il nous a paru utile d'extraire du projet soumis à l'Académie par le Professeur Jeanselme, au nom de la Commission de la lèpre, quelques passages susceptibles d'intéresser nos lecteurs.

Comme ils le savent certainement, la lèpre est une maladie infectieuse chronique causée par un germe acido-résistant, le Bacille de Hansen. D'évolution lente, avec des paroxysmes, elle est caractérisée par des poussées de macules et de tubercules, par des troubles sensitifs, des amyotrophies et des mutilations.

(1) *Engineering*, 5 octobre 1928.

Elle règne dans presque toutes les colonies françaises. En Extrême-Orient, il en existe un vaste foyer qui occupe l'Inde britannique, la presqu'île indo-chinoise, les Indes néerlandaises, les Philippines, la Chine et le Japon. Elle ravage toutes les îles du Pacifique, notamment l'archipel hawaïen et la Nouvelle-Calédonie. Elle règne dans la plupart des Etats de l'Amérique latine (Mexique, Amérique centrale, Vénézuéla, Colombia, Brésil et nord de la République Argentine), dans les Antilles et dans les trois Guyanes.

En Afrique, elle est très répandue, mais sévit surtout en Abyssinie, au Harrar, en Afrique équatoriale, au Congo, dans les possessions anglaises sud-africaines, à Madagascar, à l'Ile Maurice et à la Réunion.

En Europe, elle est devenue de plus en plus rare depuis le moyen-âge, cependant il subsiste encore trois centres endémiques : un foyer scandinave (fjords de la Norvège et de l'Islande), un foyer finlandais (anciennes provinces baltiques de la Russie) et un foyer balkanique (littoral de la Mer Noire et de la Mer d'Azow, Etats danubiens, Turquie d'Europe, Grèce). De plus, il existe d'assez nombreux cas de lèpre en Portugal et quelques petits groupes de lépreux autochtones en Sicile, en Espagne et en France. (*Bulletin de l'Académie de Médecine*, n° 35, 1928, p. 1010).

La période latente de la lèpre est très longue, cinq à dix ans, parfois beaucoup plus. Le microbe spécifique peut envahir tout l'organisme, mais il se développe de préférence soit dans la peau et les muqueuses, soit dans les nerfs périphériques.

Les premières manifestations cutanées de la lèpre sont des macules érythémateuses qui peu à peu s'assombrissent, apparaissent par poussées précédées d'un état fébrile plus ou moins marqué et de fourmillements. Ces taches se répartissent avec une certaine symétrie surtout à la face, au côté externe des membres, sur le dos des mains et des pieds.

Peu à peu, à la suite de nouvelles poussées, les taches s'épaississent, s'infiltrent et se transforment en tubercules qui, à la face, épaississent les traits au point de rendre le sujet méconnaissable. C'est à ce visage ainsi empâté, sillonné de rides profondes qu'on donne le nom de facies léonin.

Aux manifestations cutanées se superposent des troubles sensitifs qui aboutissent à l'abolition des sensibilités à la chaleur et à la douleur, avec conservation plus ou moins complète de la sensibilité tactile.

En même temps que les éruptions cutanées, des lésions se produisent sur les muqueuses. Des ulcérations de la pituitaire détruisent la cloison des fosses nasales en s'accompagnant d'un écoulement muco-purulent bacillifère et finissant par déterminer l'effondrement du nez. Des tubercules se développent aussi sur les muqueuses de la langue, de la bouche, du pharynx et du larynx; ils évoluent en simulant les lésions secondaires et plus souvent tertiaires de la syphilis. Enfin des lésions oculaires viennent encore aggraver l'état du malade en aboutissant trop souvent à la perte de la vision.

La prolifération du bacille de Hansen dans les nerfs détermine une névrite hypertrophique qui provoque de nombreux troubles sensitifs, moteurs et trophiques. Après une courte péroide d'hyperesthésie, l'anesthésie apparaît et remonte graduellement de l'extrémité libre des membres vers leur racine. Des amyotrophies déterminent à la face une sorte d'immobilisation des traits du visage, aux membres inférieurs et supérieurs des attitudes vicieuses, des déformations et des troubles du mouvement. Enfin, aux extrémités on voit prédominer des troubles trophiques et vaso-moteurs. Des panaris multiples d'un type spécial évoluant vers la nécrose, des résorptions osseuses, des maux perforants amènent de graves mutilations des mains et des pieds.

Suivant les formes, il y a prédominance des troubles cutanés et muqueux ou des troubles nerveux de sorte que le diagnostic est parfois fort difficile, d'autant plus que la lèpre, essentiellement chronique, procède par à-coups avec des périodes de rémission qui peuvent durer des années. Pendant ces longues trèves on ne peut arriver à dépister l'infection lépreuse qu'en recherchant les quelques stigmates qui persistent et dont les principaux sont la chute des sourcils, l'anesthésie, îlôts au niveau des taches ou aux extrémités des membres, le gonflement en cordons des nerfs que peut atteindre la palpation, en particulier des cubitaux, la rhinite ou, à défaut, la perforation de la cloison des fosses nasales, et enfin les cicatrices incurables, d'un blanc nacré que laissent les tubercules. Bien entendu le séjour du malade dans une contrée léprigène est un élément de présomption.

En outre, on doit toujours pratiquer le diagnostic bactériologique. Le bacille de Hansen est acido-résistant comme le bacille tuberculeux, mais il en diffère en ce que les éléments microbiens se disposent généralement en amas ou *globi*.

Aucune tentative n'ayant abouti jusqu'ici à réussir la culture ou l'inoculation aux animaux de laboratoire, l'examen bactériologique doit porter sur le mucus nasal qui renferme des bacilles souvent même dès la période initiale.

Mais, comme la rhinite n'est pas constante, même dans les phases actives de la maladie, il est utile, quand l'étude des sécrétions nasales n'a donné qu'un résultat négatif, de pratiquer une biopsie portant sur un tubercule. De plus, la polyadénopathie étant très commune dans la lèpre on peut, comme on le fait pour la maladie du sommeil, examiner le produit obtenu par ponction d'un ganglion hypertrophié.

Les principales voies par lesquelles le Bacille de Hansen sort de l'organisme infecté sont les tubercules ulcérés de la peau et le mucus nasal, parfois aussi la salive et les sécrétions conjonctivales. Il peut également y avoir contamination conjugale. Enfin le lait d'une femme atteinte de mammite lépreuse ou portant des tubercules sur les mamelons, peut être contaminé. Il est rare que l'urine et les matières fécales renferment des bacilles. L'infection se réalise par les plaies cutanées superficielles et les érosions des muqueuses.

Toutes ces notions imposent de nombreuses mesures prophylactiques. Tout d'abord il est indispensable de surveiller toutes les personnes qui vivent dans l'entourage d'un lépreux et d'examiner périodiquement leur mucus nasal. Des sujets sains, vivant au contact de lépreux, peuvent fort bien héberger des bacilles de Hansen à la surface de leur pituitaire et jouer le rôle de porteurs de germes capables de disséminer l'affection sans être eux-mêmes atteints.

Il faut, dit la notice de l'Académie de Médecine, stériliser, puis recouvrir d'un pansement occlusif, toutes les solutions de continuité, même les plus minimes qui existent sur le sujet suspect. Il est également nécessaire de veiller à ce que les fosses nasales et les cavités bucco-pharyngées soient désinfectées chaque jour. Les ustensiles de toilette et de table du malade lui appartiendront en propre. Bien entendu le couvert et le verre dont il se sert devront être ébouillantés ou traités par un antiseptique; ses vêtements seront périodiquement passés à l'étuve, quant aux

pièces de pansement de peu de valeur, elles devront être incinérées.

Les personnes vivant en contact habituel avec les lépreux, doivent traiter et occlure sur le champ les moindres érosions qui pourraient servir de portes d'entrée à l'infection. Tout lépreux doit coucher seul et si possible avoir un cabinet de toilette et une chambre personnels.

Il est bon que l'enfant issu d'une lépreuse soit séparé de sa mère dès sa naissance et soumis à l'alimentation artificielle. Cette séparation est même nécessaire si la mère est atteinte d'une forme ouverte de la lèpre ou si son lait est bacillifère. Enfin, l'enfant né d'une lépreuse ne sera en aucun cas confié à une nourrice car il peut avoir été contaminé lors de l'accouchement ou même infecté par voie transplacentaire.

Certes toutes ces notions ont été rédigées surtout à l'intention des médecins et des hygiénistes, mais il est utile de les répandre dans les classes cultivées et parmi les personnes qui sont appelées à séjourner dans les contrées où la lèpre existe à l'état endémique. On ne saurait trop également les enseigner aux nombreux missionnaires et religieuses qui ont assez de dévouement et d'abnégation pour aller passer leur vie parmi les malades des régions encore dévastées par la lèpre, voire même s'enfermer avec eux dans les léproseries lorsque les règlements d'hygiène rendent obligatoires l'internement des sujets atteints.

Quelle que soit l'importance de l'éducation prophylactique des praticiens et des sujets particulièrement exposés à la contagion, elle ne suffirait pas à elle seule pour empêcher l'extension possible de la lèpre. Il est également nécessaire que les pouvoirs publics tiennent compte de la mesure suggérée par le Dr Giacardy (de Tarbes) et le Professeur Spillmann (de Nancy) lorsqu'ils publièrent récemment, à l'Académie de Médecine, les observations de deux malades traités par eux et dont un avait été contaminé en France. Cette mesure, défendue par le Professeur Jeanselme, consiste dans l'ouverture, auprès des principaux centres dermatologiques, de services affectés à l'isolement et au traitement des lépreux. Elle avait été conseillée par l'Académie de Médecine en 1925, mais rien n'avait été tenté pour l'appliquer. Fort heureusement le corps médical ne sera bientôt plus complètement désarmé pour lutter efficacement contre la lèpre puisque grâce à une entente intervenue entre l'Assistance Publique et l'Ordre de Malte un pavillon spécial est en construction à l'Hôpital Saint-Louis. Il faut espérer d'ailleurs que ce premier service de prophylaxie antilépreuse ne tardera pas à servir de modèle à plusieurs autres, répartis sur les points du territoire où ils seront jugés spécialement utiles.

A. B.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 12 novembre 1928.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *C. Lurquin* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur une inégalité fondamentale de probabilité.**

— *F. Eggenberger* et *G. Polya* (prés. par M. Emile Borel). **Sur l'interprétation de certaines courbes de fréquence.**

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *J. Chokhate* (transm. par M. Paul Appell). — **Sur la meilleure approximation des fonctions mesurables et bornées à l'aide des polynomes ou des sommes trigonométriques limitées.**

— *K. Kunagui* (prés. par M. Hadamard). — **Sur un nombre infini de dimensions inférieur à celui de l'espace de M. Hilbert.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *E. Slutsky.* — **Sur les fonctions éventuelles continues, intégrables et dérivables dans le sens stochastique.**

— *A. Froda* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur les zéros des fonctions entières.**

— *R. Salem* (prés. par M. Hadamard). — **Sur une propriété générale des coefficients de Fourier des fonctions sommables.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *B. Gambier.* — **Equation intrinsèque d'une surface.**

OPTIQUE. — *R. de Mallemann* (prés. par M. Cotton). — **Sur l'expression du pouvoir réfringent.**

PHYSIQUE. — *A. de Gramont* et *G. Marboux* (prés. par M. Ch. Fabry). — **L'étanchéité des niveaux sphériques à huile.**

Les auteurs avaient indiqué dans une Note précédente, divers procédés permettant d'éclairer la bulle d'un niveau sphérique, par dessus ou par dessous. Postérieurement à leur communication, ils ont appris que M. A. Benoit avait construit, en 1897, un niveau dont le barillet métallique joue le même rôle que leur tore de verre. De nouvelles recherches les ont conduits à fixer les deux lentilles du niveau sur un barillet métallique ayant le même coefficient de dilatation que le verre et à employer au lieu de ciment à base de caoutchouc, un ciment rigide comme la bakélite. Celle-ci, après cuisson prolongée sous pression, rend le niveau étanche.

MAGNÉTISME. — *F. Bourion* et *Mlle Hun* (transm. par M. G. Urbain). — **Sur le magnétisme de la zircone hydratée.**

La zircone hydratée se comporte, au point de vue magnétique, comme un mélange d'eau et d'un oxyde hypothétique, O^2Zr, faiblement paramagnétique, dont la susceptibilité calculée par extrapolation, est de l'ordre de $0{,}4\times10^{-7}$, mais que les auteurs n'ont pu réaliser. Au-dessous de 5 p. 100 d'eau, la susceptibilité n'est plus une fonction linéaire de la teneur en eau, ce qui peut s'expliquer par les modifications que doit éprouver dans le mélange l'oxyde O^2Zr aux températures plus élevées auxquelles il faut porter l'hydrate, pour obtenir la déshydratation. La zircone anhydre soumise à une calcination prolongée, s'est montrée diamagnétique.

CHIMIE MINÉRALE. — *A. Travers* et *Malaprade* (prés. par M. Matignon). — **Sur l'existence d'une nouvelle catégorie de fluoborates.**

Les auteurs ont montré antérieurement que l'acide borique et l'acide fluorhydrique réagissaient immédiatement pour donner un acide fluoborique facilement décomposable par les lessives alcalines 0.2 N, tandis que l'acide fluoborique BF^4H dont les sels sont indécomposables dans les mêmes conditions, ne se formait ensuite que lentement, aux dépens du premier. Ces conclusions se trouvent confirmées par les nouvelles expériences effectuées sur la réaction de l'acide borique sur le fluorure et sur le fluorhydrate de potassium.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Dumanois* et *Mondain-Monval* (prés. par M. Moureu). — **Au sujet de l'oxydation des hydrocarbures.**

Ces recherches relatives à l'auto-allumage par un point chaud ont été effectuées avec du pentane ayant comme caractéristiques : point d'ébullition sous 739 mm.: 35°5; densité à 0°: 0.645; indice de réfraction à 20° : 1.3563,

et contenant de légères traces de carbures éthyléniques. Au-dessous d'une quantité de pentane inférieure de 5 p. 100 à celle correspondant à la combustion théorique, il n'y a pas d'inflammation jusqu'à 300°; vers 250° on observe une légère remontée de la pression. Pour des quantités de pentane plus élevées, et jusqu'à 20 fois plus grandes, la courbe d'échauffement commence à être sensiblement linéaire, puis présente un point anguleux à 120°; ensuite la pression croît notablement moins vite que ne l'indique la loi linéaire, et on observe une remontée rapide de pression qui précède d'environ 10 à 15° l'inflammation spontanée.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Frèrejacque* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur la configuration de l'atome d'azote trivalent.**

L'auteur montre que l'acide *d* camphre-α-sulfonique est réellement un nouvel acide sulfonique du camphre et qu'il n'existe aucune raison expérimentale laissant supposer que les trois valences de l'atome d'azote ne sont pas dans un même plan.

OCÉANOGRAPHIE. — *J. Thoulet.* — **Le cycle du calcaire océanique.**

Les dosages d'acide carbonique dans les eaux marines, effectués lors du voyage du *Challenger*, établissent que la proportion de ce gaz augmente avec la profondeur. Or, Murray et Renard ont démontré que dans les fonds océaniques, le calcaire diminuait au contraire, avec la profondeur. Par conséquent se trouve affirmée l'existence d'eaux volcaniques acides sortant du sous-sol marin abyssal.

On peut établir ainsi le cycle du calcaire océanique : le carbonate de chaux sans cesse fabriqué dans les eaux superficielles par les Globigérines et autres coquilles, est sans cesse détruit et dissous dans les eaux volcaniques abyssales acides. La formation en couches épaisses des roches calcaires semble indiquer que jusqu'à présent la fabrication l'a emporté sur la destruction.

L. Franchet.

LITHOLOGIE. — *A. Lacroix.* — **Sur la constitution des laves de l'île Mehetia (Archipel de la Société).**

Toutes ces roches ont un facies basaltique, mais elles se divisent en deux groupes suivant qu'elles renferment ou non des feldspaths.

Par leur composition minéralogique et chimique, les premières, recueillies sur le rivage sont des *limburgites;* elles comprennent elles-mêmes deux types. L'un est très pauvre en olivine et doit, par suite, être considéré comme une *augitite;* l'autre a la même composition minéralogique, mais il renferme en grande quantité des phénocristaux jaunes d'olivine automorphes, accompagnés d'une quantité moindre d'augite.

Un premier type de lave feldspathique est doléritique. Un autre est un basalte labradorique β aphyrique.

Toutes ces laves présentent un déficit de silice et plus ou moins de néphéline virtuelle; elles correspondent à des types réalisés à Tahiti.

BOTANIQUE. — *J. Costantin.* — **Apparition de l'Oreille de Chardon sur le Panicaut maritime** (*Eryngium maritimum*) **au laboratoire.**

Six gros Pleurotes ont fait leur apparition sur l'*Eryngium maritimum* au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau dont la taille (15 à 19 centim.) est assez surprenante, le *Pleurotus Eryngii* qui croît sur l'*Eryngium campestre* ne dépassant guère 10 centim. pour le chapeau.

PHYSIOLOGIE. — *Charles Richet, Mlle Eudoxie Bachrach* et *H. Caraot.* — **De l'adaptation des animaux marins à la mise à sec.**

Chez quelques Poissons du genre *Gobius* et quelques Crustacés (Pagures), les mises à sec répétées, trop courtes pour entraîner la mort, amènent une accoutumance évidente.

Ainsi certains animaux ont des facultés étonnantes d'adaptation, autrement dit une relative accoutumance aux conditions anormales auxquelles ils ont été exposés.

— *P. Lasareff* (prés. par M. d'Arsonval). — **Action de l'alcool sur l'adaptation de l'œil au cours de la vision périphérique.**

La sensibilité maximum E_0 de l'œil dépendant de la sensibilité des centres nerveux et de la constante α de la reconstitution du pourpre visuel peuvent être calculées si on observe la variation de la sensibilité E de l'œil au cours de l'adaptation.

Pour certains sujets on observe une augmentation de α et une diminution de E_0 avec la dose D croissante de l'alcool, tandis que, pour d'autres, E_0 et α présentent un maximum pour une dose D_0 définie d'alcool.

Le maximum de E_0 et α s'observe avec la dose D égale à 50 cm^3 d'alcool pur.

PALÉONTOLOGIE. — *A. Bigot.* — **Sur l'existence de Méduses dans le Bajocien du Bessin.**

L'auteur a rencontré à Sainte-Honorine-des-Pertes des organismes qu'il croit pouvoir rapporter à des Méduses. Les rayons du disque représenteraient les canaux radiaires; par leur disposition et leur nombre, ces rayons sont comparables à ceux du *Discophyllum peltatum* Hall, de l'Ordovicien de l'Etat de New-York.

GÉOLOGIE. — *J. Cuvillier* (prés. par M. H. Douvillé). — **Les Nummulites dans l'Eocène des environs du Caire.**

L'auteur signale, dès la base du Gebel Mokattam situé à l'est du Caire, près de Kaït-beg, par exemple, au-dessus d'un conglomérat à fossiles lutétiens, des calcaires détritiques avec *Numm. globulus, N. Guettardi, N. gizehensis.* Dans les couches suivantes on peut identifier d'autres espèces telles que *N. atacicus, N. curvispira, N. uroniensis.*

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Pierre Dangeard* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Sur l'iodovolatilisation et ses caractères chez les Algues septentrionales.**

L'auteur a constaté que plusieurs Laminaires de Norvège présentent l'iodovolatilisation avec la même intensité qu'en France. L'existence de ce phénomène à des latitudes aussi élevées que celle de l'île Jan-Mayen (71° N) et dans des eaux qui sont à une température voisine de zéro (eaux d'origine polaire) montre que ce phénomène n'est pas subordonné étroitement aux conditions de milieu et qu'il faut l'envisager comme une fonction nécessaire et sans doute très importante de la vie des Laminaires riches en iode.

— *Pierre Lesage* (prés. par M. Molliard). — **Croissance comparée de plantes cultivées à Rennes, à Rothamsted et issues de graines mûries à des latitudes très différentes.**

Les plantes de Rothamsted sont en retard sur celles de Rennes, ce qui s'explique par la différence de latitude qui dépasse 3°. Les différences de taille entre les deux stations tiennent à diverses causes parmi lesquelles la richesse relative du sol joue vraisemblablement un grand rôle.

La précocité en plein air des plantes provenant de plusieurs générations sous châssis se conserve partout, non

seulement en 2e génération, mais encore en 4e et en 7e génération, et il n'apparaît pas nettement que l'hérédité s'atténue dans cette 7e génération.

Une seule génération de vie dans le Midi, à Alger ou à Marseille, ne suffit pas pour déterminer la précocité dans le Nord, à Rennes ou à Rothamsted.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Lucien Daniel* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Influence de la greffe sur les corrélations reproductrices.**

Les résultats exposés dans cette Note sont une vérification expérimentale de la corrélation qui existe entre la reproduction sexuelle et la multiplication par tubercules aériens provoquée par le greffage de cette espèce sur le Soleil annuel, espèce à rythme de végétation différent. Ils prouvent la possibilité d'arriver par la greffe à faire prédominer l'un ou l'autre mode et même, dans quelques cas, à n'en laisser subsister qu'un seul.

HISTOPHYSIOLOGIE. — *A.-V. Léontowitch.* — **La microstructure du système nerveux (de ses « neurones ») comme base des théories de conductibilité et d'excitation dans le système nerveux.**

Les recherches antérieures de l'auteur ainsi que le présent travail lui permettent d'affirmer, avec Apathy et beaucoup d'autres, que les fibrilles nerveuses primitives sont une partie essentielle préexistante du système nerveux et non point une structure squelettique pour les nerfs; si l'on admet même qu'un rôle d'appoint est inhérent aux fibrilles, il ne s'ensuit point qu'elles soient privées d'un rôle conductif comme faisant partie du « Kernleiter ».

Le système nerveux, lui aussi, doué de son extraordinaire capacité d'adaptation, peut développer tout naturellement dans sa structure habituelle un « transformateur-augmentateur ». C'est ainsi que toute la diversité des neurones s'explique par la diversité des longueurs d'onde avec lesquelles ils travaillent.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *V. Hasenfratz* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur un principe immédiat extrait du *Sphacele parviflora* Linné.**

Le produit extrait par l'auteur du *Sphacèle parviflora* (Labiées) et le lédol (principe retiré du *Ledum palustre*, de la famille des Ericacées) ont le même point de fusion, la même faculté de se sublimer et d'être entraînés par la vapeur d'eau, les mêmes caractères de solubilité, le même mode de décomposition et la même formule, $C^{15}H^{26}O$. On peut donc conclure, selon toute vraisemblance, à leur identité.

MICROBIOLOGIE. — *Ludovic* et *Pierre Blaizot* (prés. par M. F. Mesnil). — ***Treponema podovis* n. sp., agent pathogène du Piétin des moutons.**

Les auteurs ont trouvé dans le Piétin du mouton un spirochète d'une extrême finesse qu'ils sont portés à considérer comme l'agent essentiel de l'infection, et qu'ils désignent sous le nom de *Treponema podovis*. De fait, 24 heures après une injection intraveineuse de 60 ctgr. de novarsénobenzol, une sole ulcérée, macérée, sanieuse, fourmillant de spirochètes, redevient sèche et dure, bref, s'améliore manifestement. Corrélativement à cette amélioration, on constate la disparition complète des spirochètes. Cette épreuve paraît affirmer très nettement leur rôle dans la genèse du Piétin.

P. Guérin.

Séance du 19 novembre 1928.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *A. Rousscl* (prés. par M. Goursat). — **Primitive de seconde espèce.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *J. Priwaloff* (prés. par M. E. Borel). — **Sur une propriété générale des fonctions analytiques.**

ÉLECTRICITÉ. — *N. Bogoliouboff* et *N. Kryloff* transm. par M. A. Blondel). — **Sur la théorie mathématique des oscillographes.**

MÉCANIQUE. — *A. Blondel.* — **A propos de la théorie des oscillographes et appareils indicateurs.**

ASTRONOMIE. — *N. Stoyko* (prés. par M. Bigourdan). — **Calcul approché de l'influence des termes à courte période dans la détermination de l'heure par la lunette méridienne.**

— *J. Milkulas Mohr* (prés. par M. Deslandres). — **Sur la détermination de l'Apex au moyen des étoiles du type G.**

Les résultats montrent que la résultante des vitesses absolues des étoiles géantes d'un groupe quelconque est parallèle à la résultante des vitesses absolues des étoiles naines du même groupe. La comparaison de ces résultats avec ceux de Kaburaki nous montre de plus en plus qu'il n'y a pas un grand écart entre les deux types spectraux en ce qui concerne leurs vitesses dans l'espace.

Si on fait l'hypothèse que V est une fonction exponentielle de la vitesse absolue v, c'est-à-dire $\log V = a + bv$, on aura :

$\log V = 1.120 + 0{,}0061\ v \pm 0.068 \pm 0{,}0008$ (e.p.)	pour les géantes
$\log V = 1.304 + 0.0048\ v \pm 0.060 \pm 0.0002$	pour les naines
$\log V = 1.184 + 0.0055\ v \pm 0.056 \pm 0.006$	pour l'ensemble des étoiles

PHYSIQUE. — *R. Planiol* (prés. par M. Villard). — **Sur un pendule très peu amorti.**

On monte sous une grande cloche en verre vidée par une pompe moléculaire de Holweck un pendule de torsion en quartz. Le cylindre a 70 mm. de diamètre, et 80 mm. de longueur. Le fil a 25/100 de millimètre de diamètre et environ 45 mm. de longueur. Pour éviter les difficultés d'encastrement du fil, celui-ci est obtenu en étirant le milieu d'une baguette de 6 mm. de diamètre. Il est alors très facile de fixer les deux bouts de celle-ci dans le pendule et dans le support fixe.

Le cylindre porte un miroir de galvanomètre pour la mesure des amplitudes. La période d'une oscillation double est de 10 sec. 942.

— *M. Chopin* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Contrôle d'une nouvelle méthode de mesure de la température des gaz.**

L'auteur a comparé les résultats obtenus par la méthode aérodynamique qu'il a décrite précédemment aux indications d'un couple thermo-électrique placé dans des conditions particulières de rayonnement. La soudure chaude d'un couple A est fixe au milieu d'une cellule traversée par le courant gazeux. Cette cellule est soumise à un refroidissement extérieur qui peut être corrigé par un chauffage électrique de ses parois, contrôlé par un second couple B. Lorsqu'il y a égalité des températures A et B, le couple A se trouve soustrait à l'action du rayonnement extérieur, et donne alors une mesure exacte de la température du gaz.

RADIOCHIMIE. — *J. Perrin.* — **Détermination du rôle de la lumière dans les réactions chimiques thermiques.**

La part que prend la lumière dans une réaction purement thermique est, pour chaque réactif, égale au rendement de fluorescence de ce réactif dans les conditions où il se trouve. Ce rendement peut être mesuré sans changer ni la température, ni le milieu, en éclairant avec une intensité suffisante par la lumière activante qu'absorbe le corps considéré.

OPTIQUE. — *P. Daure* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur les radiations secondaires observées dans la diffusion moléculaire de la lumière (effet Raman).**

L'auteur a étudié les composés trichlorés des éléments P. As. Sb, Bi; les composés trichlorés des éléments C, Si Ti, Su, enfin le tribromure de phosphore. Les trichlorures de Sb, et de Bi sont solides à la température ordinaire. Le premier a été étudié fondu à 100°C, le deuxième en solution chlorhydrique.

Les spectres Raman de tous ces éléments comportent quatre raies principales. Ils n'en comportent généralement pas d'autres. Cependant les composés de faible poids atomique (PCl^3 C Cl^4) présentent, en outre, quelques raies d'intensité sensiblement plus faibles. Les fréquences caractéristiques des raies principales décroissent régulièrement avec le poids atomique des éléments constitutifs.

ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES. — *Ponte* et *Y. Rocard* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Rôle possible de la diffusion par les électrons dans la propagation des ondes courtes.**

Cette Note est consacrée à l'étude des variations des zones de silence dans les opérations de T.S.F.

PHOTOCHIMIE. — *J. Risler* et *Foveau de Courmelles* (prés. par M. Bazy). — **Action des rayons lumineux sur le chlorure de potassium.**

L'activation du chlorure de potassium par les rayons lumineux explique la constatation de Zwardemaker montrant qu'une quantité plus réduite qu'en hiver est suffisante en été pour rétablir le battement de cœur de la Grenouille privée au préalable de cet adjuvant microradioactif. Cette augmentation de la microradioactivité du chlorure de potassium sous le rayonnecent lumineux explique encore le rôle particulièrement énergique que joue cet élément sur la croissance des plantes, lorsqu'on a pris soin de l'insoler dans certaines conditions.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Ch. Moureu, Ch. Dufraisse* et *M. Badoche.* — **Autoxydation et action antioxygène. Propriétés catalytiques de l'arsenic et de ses composés.**

Les auteurs montrent que, tout comme les métalloïdes et leurs dérivés étudiés jusqu'ici, l'arsenic et ses composés jouissent de propriétés catalytiques, positives ou négatives, importantes, vis-à-vis du phénomène de l'autoxydation.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Ch. Prévost* prés. par M. Ch. Moureu). — **Réaction du bromure d'allyle β éthyle sur le bromure d'éthylmagnésium.**

Se basant sur ce fait que le bromure d'allyle réagit très aisément sur les halogénures organomagnésiens en formant des carbures 1 éthyléniques, M. Prévost a pensé que ses homologues pourraient fournir une réaction parallèle. Les résultats de ses expériences qu'il expose dans cette Note montrent que son hypothèse était justifiée.

— *R. Delaby* et *P. Dubois* (prés. par M. A. Behal). — **Sur la formation de l'alcool allylique. Pyrolyse des formines de la glycérine.**

La monoformine d'estérification fournit environ 57 p. 100 de la théorie ou alcool allylique libre ou combiné à l'état de formiate d'allyle, tandis que la monoformine 1, à 87 p. 100, n'en donne que des traces de l'ordre de 4 p. 100. En outre, la décomposition est régulière dans le premier cas jusqu'à 235°, brusque dans le second dès qu'on atteint 220°.

— *S. Landa* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur la combustion lente du triacontane.**

Les produits de la combustion du triacontane ne renfermant ni cétones, ni alcools, il s'ensuit que les cétones ou alcools résultent seulement de la combustion d'hydrocarbures présentant des chaînes ramifiées.

L. Franchet.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Raymond Furon* (prés. par M. L. Cayeux). — **Le Delta fossile du Niger Sahélien.**

Au quaternaire ancien et moyen, l'écoulement des eaux du Niger étant impossible vers l'Est (seuils de El-Hadjeirat et de Tosaye) se faisait vers le Nord, vers le Djouf qui était alors un immense lac dont les eaux pouvaient se déverser dans l'Atlantique par la trouée du Khat (Mauritanie). Un immense delta recouvrait tout le Macina : un bras aboutissait dans le Djouf oriental par le lac Faguibine, un autre passait dans le Djouf occidental par la trouée d'Enji.

CYTOLOGIE. — *E. Guyénot* et *A. Naville* (prés. par M. Caullery). — **La réduction chromatique chez *Drosophila melanogaster* et la théorie du crossing-over.**

La numération de centaines de cinèses somatiques ou germinales apporte la preuve absolue de la constance numérique, de l'individualité et du dimorphisme sexuel des chromosomes.

Les chromosomes forment des tétrades en nombre constant et toujours reconnaissables grâce à leurs formes caractéristiques. C'est à la première cinèse que sont ségrégés les hétérochromosomes. Par contre, on n'observe aucune figure correspondant au schéma classique du crossing-over; celui-ci d'ailleurs n'existe pas chez les mâles. Dans l'ovocyte, les figures sont identiques à celles de la spermatogénèse et aucun stade ne correspond non plus au croisement et à l'enroulement par paires des chromosomes, tels que les suppose la théorie du crossing-over.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *D. Bach* (prés. par M. Béhal). — **Les conditions d'action de l'asparaginase de l'*Aspergillus Niger*.**

L'asparaginose transforme l'asparagine en aspartate d'ammoniaque, par hydratation de la fonction amidée. Le ferment n'est actif que dans les milieux sensiblement neutres ou faiblement alcalins, de pH 6,5 à pH 10 environ, avec un optimum entre pH 8,4 et pH 8,6.

On n'arrive jamais à obtenir l'hydratation complète de tout l'azote amidé. Le freinage de la réaction est dû principalement à la destruction du ferment au cours de la macération. En présence d'asparagine l'auto-destruction de l'enzyme est retardée. Cette action protectrice de l'asparagine s'explique par l'existence d'une combinaison entre l'enzyme et le substrat. Cette combinaison est le premier stade obligatoire de la réaction diastasique et a ainsi, pour premier effet, de soustraire l'enzyme aux causes d'auto-inactivation.

— *Albert Leulier, Léon Velluz* et *Henri Griffon* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sur la répartition du potassium dans l'organisme animal.**

Les résultats obtenus concernent des cobayes, mâles ou femelles, de poids et d'âge très variables. La teneur en

potassium des tissus musculaires et organes étudiés (rate, poumons, surrénales, foie, reins, vessie) paraît cependant varier entre des limites assez rapprochées. Cette constance apparaît particulièrement dans le cas du petit intestin, du cœur et du muscle de la cuisse qui correspondent aux types physiologiques : muscle lisse involontaire, muscle strié involontaire et muscle strié volontaire.

Le potassium en grammes pour 1.000 de tissu sec est de 18,4 pour le petit intestin, 20,2 pour le cœur et 23,1 pour le muscle de la cuisse.

MICROBIOLOGIE. — *A. Boquet* (prés. par M. Calmette). — **Sur l'adsorption du venin de cobra et de la toxine diphtérique par le charbon.**

L'inactivation du venin par le charbon est presque instantanée et indépendante de la température, au moins entre 12 et 38°; 8 à 10 secondes de contact au laboratoire ou à l'étuve suffisent. Elle s'effectue avec la même énergie dans le sérum pur de cheval que dans l'eau physiologique. 20 à 25 mgr. de charbon adsorbent 1 mgr. de venin en solution à 1 pour 1.000 dans l'eau physiologique.

Les cobayes qui ont reçu sous la peau, en une ou deux injections, 5 à 25 mgr. de venin adsorbé, succombent lorsqu'on leur injecte, 3 ou 4 semaines plus tard, trois doses mortelles du même poison dissous. Donc, absence d'immunité ou immunité faible.

Mise en contact avec le charbon, la toxine diphtérique, diluée à 1 pour 50 dans l'eau physiologique, se comporte exactement comme le venin.

Le charbon, qui adsorbe avec une extrême intensité la tuberculine, la toxine diphtérique et le venin, même dissous dans du sérum ou *in vivo*, n'exerce aucune action sur les anticorps (sensibilisatrices hémolytique et antituberculeuse) ni sur l'alexine.

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie des Sciences — M. Auguste Lumière a été élu Correspondant pour la Section de Médecine et de Chirurgie en remplacement de M. Félix Lagrange, décédé.

M. Camille Gutton a été élu Correspondant pour la Section de Physique.

M. Louis Léger a été élu Correspondant pour la Section d'Anatomie et de Zoologie.

M. Serge Bernstein a été élu Correspondant pour la Section de Géométrie.

Académie de Médecine. — L'Académie a tenu le 12 décembre sa séance solennelle annuelle, au cours de laquelle le Président a proclamé les noms des lauréats auxquels avaient été décerné les Prix, pour l'année 1928, dont nous donnons ci-dessous une première liste.

Prix Alvarenga de Pianhy (1.000 fr.), M. Maurice Wolf (Strasbourg); prix Amusat (1,200 fr.), M. Rouslacroix (Marseille); prix anonyme (2.000 fr.), M. Ravina; prix Apostoli (800 fr.), M. E. Piot; prix Argut (800 fr.), M. Ch. Brody (de Grasse) ;prix du baron Bartier (2.500 fr.), M. Luten (de Clermont-Ferrand); prix Berraute (3.092 fr.), MM. Peyron, Corsy, Surmont, Montpellier, Lelièvre, Plantevin et Mlle Pichenard; prix Boggio (4.000 fr.), M. Valtis; prix Boulland (2.000 fr.), MM. Bouyer (Sainte-Egrève) et Martin-Sisteron (Grenoble); prix Boulongue (4.900 fr.), M. Cavaillon; prix Bourceret (1.200 fr.), M. Em. Géraudel; prix Brault (5.000 fr.), M. Grigoraki (Lyon) M. Lotsy (le Caire) et M. Roblis (Guatemala); prix Henri Buignet (1.600 fr., M. Terroine (Strasbourg); prix Buisson (12.000 francs), M. Bordier (Lyon); prix Campbell-Dupierris (2.500 fr.), MM. Blanc (Bordeaux) et Negro; prix Capuron (1.800 fr.), M. Violle; prix Civrieux (1.000 fr.), M. Girot; prix Clarens (500 fr.), M. Lamy; prix Desportes (1.500 francs; M. Paul Boyer, M. Max Vauthey et M. Boinot; prix Georges Dieulafoy (2.000 fr.), M. Kourilsky; prix Dutens (10.000 fr.), M. Maurice Renaud; prix Gaucher (1.800 fancs), M. J.-E. Marcel; prix Ernest Godard (1.000 fr.), M. Benda; prix J. Guérétin (1.500 francs), M. J. Decourt, M. Escalier, M. Kalt; prix Guinthard (6.000 francs), M. J. Verge (Alfort); prix Théodore Herpin (3.000 francs), M. R. Garcin; prix Huguier (4.000 francs), M. G. Gotte (Lyon); prix Infroit (3.000 francs); M. G. Motz; prix Laborie (6.000 fr.), M. J. Meillère; prix H. Lorquet (300 fr.), MM. Targowla et Lamache; prix Maginot (1.000 francs), M. R. Boissier; prix A.-J. Martin (1.000 francs), MM. Cachera et Pierquet; prix Claude Martin (800 fr.), M. Bouland; prix Maurel (800 fr.), M. H. Fischer Bordeaux); prix Meynot (2.600 fr.), M. Claoué (Bordeaux); prix Monbinne (1.500 fr.), M. Velu et M. Le Métayer; prix Nativelle (600 fr.), MM. Hérissey et Cheymol: prix Pannetier (4.000 fr.), M. L. Binet; prix Henri Roger (2.500 francs), M. Ginestous (Bordeaux); prix Sabatier (600 fr.), M. A. Urbain; prix Saintour (5.000 fr.), M. Weinberg et Ginsbourg; prix Tarnier (4.000 fr.), M. Portes: prix Tremblay (9.000 fr.), M. Papin; prix Vernois (800 fr.), M. O'Followel et M. Gosselin.

Service des épidémies : médaille d'or, M. G. Ramon; *service des eaux minérales* : médaille d'or, MM. Piatot et Glénard; *service de la vaccine* : médaille d'honneur, M. J.-M. Legendre; *service de l'hygiène de l'enfance* : médailles d'or, M. Cazals, Desseaux, Fabre et Delobel.

Exposition du Feu. — Une Exposition relative à tout ce qui concerne les moyens de prévention et de défense contre l'incendie aura lieu au mois de juillet 1929. Elle se tiendra au Grand Palais et au Cours-la-Reine. Pour tous renseignements s'adresser au Commandant Wattremez, Commissariat général, Avenue Alexandre III, Paris 8e.

Société française de Photographie. — Le cours public en vingt leçons commencera le lundi 7 janvier 1929 à 9 heures du soir et se continuera les lundis suivants à la même heure, dans l'Hôtel de la Société, 51, rue de Clichy, Paris.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — Les thèses suivantes pour le doctorat ès-sciences ont été soutenues à la Sorbonne :

11 décembre. — M. Kucharski : « *Recherches sur l'excitabilité auditive en fonction du temps.* »

12 décembre. — M. Pantazi : « *Sur l'applicabilité projective des hypersurfaces développables.* »

13 décembre. — M. Duchêne : « *Contribution à l'étude des déflagrations dans les mélanges carburés gazeux.* »

15 décembre . — M. Bodroux : « *Action du cyclohexène et de quelques carbures qui en dérivent, en présence du carbure d'aluminium, sur divers composés organiques.* »

17 décembre. — M. Dussolier : « *De l'existence des magnésiens phosphinés* ».

19 décembre. — M. Longinescu : « *Essai sur la pres-*

sion interne des fluides, en relation avec quelques propriétés physico-chimiques. »

21 décembre. — M. Weil : « *L'arithmétique sur les courbes algébriques.* »

Muséum National d'Histoire Naturelle. — Cours de Géologie. — M. P. Lemoine, Professeur a commencé son Cours le samedi 1er décembre à 17 heures, dans l'Amphithéâtre de Géologie, et le continuera les samedis suivants à la même heure sur : « Les sondages du Bassin de Paris; leur intérêt pratique; leur enseignement théorique. »

M. R. Abrard, sous-directeur du Laboratoire de Géologie a commencé le jeudi 6 décembre 1928 à 17 heures une série de dix leçons sur : « Les auréoles jurassiques et crétacées du Bassin de Paris. » Ces leçons continueront tous les jeudis à la même heure dans l'Amphithéâtre de Géologie.

Le Cours sera complété par des excursions géologiques publiques qu'annonceront des affiches spéciales.

Conservatoire national des Arts et Métiers. — Les conférences publiques, en 1929, auront lieu le dimanche à 2 heures 30 à partir du 6 janvier dans l'ordre indiqué ci-dessous. Elles seront accompagnées de projections et de vue cinématographiques.

6 janvier. — M. A. Richard : « La propriété scientifique ».

13 janvier. — M. Serruys : « Les derniers accords commerciaux. »

20 janvier. — M. C. Rosier : « Le régime fiscal des véhicules automobiles. »

27 janvier. — M. H. Bouché : « Vers une aviation nouvelle : L'autogire et la catapulte de lancement. »

10 février. — M. G. Risler : « Les assurances sociales en Alsace-Lorraine. »

17 février. — M. L. Gaumont : « L'industrie du film parlant. »

24 février. — M. Bucher : « L'outillage des mines de houille. »

3 mars. — M. J. Girard : « Un type d'assurance sociale : Le régime des retraites du personnel des chemins de fer. »

10 mars. — A. Citroën : « La construction des voitures automobiles. »

17 mars. — H. Chrétien : « La cinématographie en couleurs ».

24 mars. — L. Danty-Lafrance : « Schéma de l'organisation rationnelle d'une fabrication. »

Ecole supérieure d'Electricité. — *Section d'éclairage organisée avec le concours de l'Institut d'optique.* — La cinquième session d'enseignement s'ouvrira à l'Ecole supérieure d'Electricité le 4 février 1929 et se terminera vers le 1er mai. Le programme comprendra :

1° Un enseignement oral de 25 à 30 leçons;

2° Un enseignement pratique d'une quinzaine de séances.

Ecole nationale des Ponts et Chaussées. — Outre les 10 places d'élèves titulaires réservées aux anciens élèves de l'Ecole polytechnique, le recrutement des élèves titulaires sera fait en 1929 d'après les résultats d'un concours qui se confondra avec le concours d'entrée à l'Ecole Polytechnique, s'il s'agit d'élèves français. (30 places d'élèves français et 10 places d'élèves étrangers). Voir *J. O.*, 1er décembre, p. 12562.

Université d'Utrecht. — La fondation Rockefeller a fait don à l'Université d'Utrecht d'une somme de 400.000 florins pour la fondation du nouvel Institut physiologique.

Congés de voyage des Professeurs aux Etats-Unis. — La ville de Milwaukee (Wisconsin) a suivi l'exemple de plusieurs autres grandes villes des Etats-Unis, en décidant que tout professeur de ses écoles publiques aurait droit désormais à un an de congé pour l'étude ou pour le voyage, après dix ans de services.

La somme de 800 dollars sera attribuée en deux fois, à chaque professeur qualifié pour ce congé.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Electricité (1928) (*Agendas industriels Baillière*). In-16 de 136 pages et 86 schémas. Baillière, éditeur, Paris, 1928.

Ce petit agenda contient, sous une forme très condensée et très portative, de nombreuses données numériques, des renseignements concernant la production, la distribution et l'emploi de l'énergie électrique, des schémas de montage qui rendront les plus grands services aux monteurs et aux ingénieurs électriciens. A. Bc.

Le Chef Mécanicien-Electricien, tome IV, Electricité générale, par A. E. Blanc, ingénieur électromécanicien. In-16 de 607 pages avec 229 figures. Desforges, Girardot et Cie éditeurs à Paris. Prix :

M. A. E. Blanc, auteur d'une « Encyclopédie rationnelle et appliquée » à l'usage des techniciens et praticiens de l'industrie, de la marine et des chemins de fer, désire que mécaniciens et électriciens fassent désormais les mêmes études. Il est incontestable que, dans les applications industrielles, le technicien doit avoir, en mécanique comme en électricité, des connaissances précises et que des ingénieurs « électromécaniciens » comme l'auteur seraient de précieux collaborateurs. Nous devons donc savoir gré à M. Blanc de mettre, dans son encyclopédie, sa science à la portée de tous les intéressés.

Dans le tome IV, on trouvera un exposé très clair de l'électrostatique, de l'électrodynamique et de l'électrotransmission avec une série d'exercices à résoudre.

Ed. M.

La Grosse Industrie allemande et le Charbon, par Maurice Baumont avec préface de M. F. Gruner, Vice-président du Comité des Houillères, ancien président de la Société des Ingénieurs civils. In-4° de 754 pages avec 2 cartes. Gaston Doin et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 45 fr.

La puissance industrielle de l'Allemagne vient de son importante production houillère, dont l'accroissement annuel est une mesure assez exacte de l'activité générale de ce pays.

Si M. Maurice Baumont n'avait étudié dans son livre, que les rapports qui existent entre les charbonnages et les autres industries, le lecteur aurait déjà une mine considérable de documents sûrs, méthodiquement classés. L'intérêt de l'ouvrage est encore plus grand, l'auteur a été conduit à donner tout au moins un aperçu de toutes les questions soulevées dans les cinquante dernières années par l'évolution industrielle et sociale de l'Allemagne.

L'extraction minière ne peut s'entourer de mystère, les statistiques officielles sont précises mais complexes et enchevêtrées. L'auteur a su dégager, après des patientes étu-

des, le sentiment de l'ensemble, qu'il expose avec une remarquable clarté.

M. Baumont étudie en détail : tous les éléments et toutes les phases successives du développement, dans chaque bassin, de la production houillère; la tansformation du droit minier, particulièrement en Prusse; la concentration des propriétés, leur association avec les grandes entreprises de transport et avec les grandes industries consommatrices, c'est-à-dire la concentration horizontale et la concentration verticale; les problèmes de transport et de commerce; les graves questions ouvrières, syndicats, accidents, assurances, arbitrages, etc...

Rien ne reste dans l'ombre, tout devient clair pour le lecteur. Une abondante bibliographie et un index alphabétique facilitent les études particulières auxquelles il peut s'intéresser.

On aura une idée de l'importance de ce livre d'après l'intérêt que les Allemands attachent aux charbonnages. Si tous ne peuvent pas absolument comme l'ingénieur Meissner qu'au pays « vaut dans le monde ce que valent ses charbons » la plupart des grands industriels partagent à peu près cet avis. Pour Siemens, la houille est la mesure de toutes choses; la subtile poussière du charbon est « la teinte de notre culture », dit Wernir Lombart... Le théoricien de la relativité, Albert Einstein déclare « le peuple le plus avancé est celui qui tire d'un kilo de houille le plus de vie. La sagesse et la science en politique doivent provenir du charbon ».

Le monument magistral que M. Maurice Beaumont a élevé au charbon allemand et à la grosse industrie allemande mérite d'être visité dans tous des détails. On est d'abord un peu effrayé par ses dimensions mais on parcourt facilement ce livre tant son auteur a su y mettre de vie et d'intérêt. Ed. M.

La lumière principe du monde, par M. Courtines. In-12 de 60 pages. (*Cahiers de la quinzaine*). L'Artisan du Livre, Paris.

A propos du Prix Nobel, attribué l'année dernière à M. Jean Perrin, l'auteur expose, à l'usage du grand public, les grandes lignes de l'œuvre de ce savant. Il insiste tout particulièrement sur les conceptions qui se rattachent à la théorie radiochimique. Mais il fait une revue rapide de l'ensemble des hypothèses actuellement admises sur la matière et sur l'énergie et il décrit ce qu'il appelle les trois principes du monde : l'électron, le proton et le quantum. A. Bc.

Les Radiations humaines, *Introduction à la démonstration expérimentale de l'existence des corps subtils de l'homme*, par Raoul Montandon. In-8° de 407 pages, avec 46 figures dans le texte et 26 planches hors-texte. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 45 francs.

C'est un copieux répertoire des recherches récentes concernant les phénomènes de la métapsychique objective : effluves odiques, auras, phénomènes électriques, lumineux, magnétiques, télékinésies, etc... L'auteur est persuadé qu'il en résulte une démonstration évidente de l'existence de la « radiation humaine ». Nous pensons qu'il eût été bon d'établir des distinctions entre les faits très différents qu'on englobe ainsi sous une même étiquette, et qu'il eût été plus nécessaire encore d'apporter plus d'esprit critique dans le choix des expériences invoquées : à côté de celles, très curieuses, de Lakhovsky et de Bertholet sur la sensibilité des plantes aux actions magnétiques, combien d'autres sont d'une valeur douteuse, sinon nulle, comme celles de Cazzamali sur les ondes psychiques! Pourquoi faire encore état des trop fameux rayons N? et quand même l'ectoplasme existerait, en quoi démontrerait-il la nécessité de revenir au vitalisme universel des alchimistes et à l'astrologie des Egyptiens? Le mystère est assez obscur pour qu'on ne prenne pas plaisir à l'obscurcir encore. — Au demeurant, le livre de M. Montandon développe utilement un chapitre volontairement négligé par M. Ch. Richet, et il rendra des services à tous ceux qui désirent s'informer de ces passionnantes, mais redoutables questions. R. T.

La grosse industrie allemande et le lignite, par Maurice Baumont. — In-4 de 157 pages avec 4 cartes, Gaston Doin et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 18 francs.

On retrouve, dans cet ouvrage, les mêmes qualités que l'on a constatées dans l'étude analogue du même auteur sur le charbon.

Le lignite (Braunkohe) ne se distingue couramment, en Allemagne, de la houille (Steinkohe) que vers le milieu du XIXe siècle. Les deux combustibles n'ont jamais cessé d'être utilisés simultanément et de concourir à la prospérité du Reich, mais jamais le lignite n'a eu plus d'importance que depuis le traité de Versailles, qui priva le Reich d'une partie de ses charbons.

M. Maurice Baumont s'est efforcé de signaler les traits spéciaux qui caractérisent l'industrie allemande du lignite; mais elle est intimement liée à l'industrie de la houille qu'une grande part des observations du livre du même auteur *La grosse industrie allemande et le charbon*, s'applique également au lignite. Pour éviter des redites, l'auteur renvoie le lecteur à cet ouvrage, dont l'étude sur le lignite ne forme ainsi qu'un complément.

Après avoir montré le rôle des succédanés de la houille (tourbe, bois, pétrole et houille blanche), en Allemagne, l'auteur dénombre les réserves de lignite, en décrit l'exploitation et les applications briquettes, pétroles de synthèse, etc...; il étudie les quatre grands bassins (Rhénanie, Allemagne centrale, Est de l'Elbe, Bavière); il expose la législation des lignites, les concentrations horizontales et verticales des entreprises, les cartels, la situation financière et les problèmes de main-d'œuvre; il explique comment, grâce à l'industrie chimique et à l'industrie électrique, le lignite peut concurrencer la houille, et donne, sur l'exportation, l'importation et les transports de lignite, de précieux renseignements.

« Un sérieux effort d'organisation, dit-il, qui a déjà produit d'importants résultats, a été entrepris pour en industrialiser rationnellement le traitement. Son exploitation chimique semble appelée à un nouveau développement et peut-être à un brillant avenir. Déjà il prend une part prépondérante dans l'alimentation des centrales électriques. L'industrialisation des régions riches en lignite est l'une des principales conséquences économiques de la guerre. Il joue dans l'approvisionnement du Reich en combustibles un rôle qui a cessé d'être accessoire, puisque sa production dépasse celle de la houille comme tonnage.

Certes, les réserves françaises en lignite ne valent pas les réserves allemandes. Si l'on compare cependant les tonnages des deux pays, on est désagréablement surpris de l'énorme différence que l'on constate. Nos lignites pourraient alimenter d'importantes centrales électriques et fournir, en outre, à notre grande industrie chimique, les substances dont elle a besoin.

L'ouvrage de M. Maurice Baumont, si clair, si précis et si bien documenté, est un nouvel argument en faveur de l'exploitation des bons gisements français. Ed. M.

Le Gérant : M. Hédan.

Imprimerie P. et A. DAVY, 52, rue Madame. Paris.

TABLES DES MATIÈRES

ANNÉE 1928

I. — TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS (Articles, Notes et Actualités)

A

ABADIE : T. S. F., 21, 54, 83, 147, 317, 348; 383, 448, 575, 668, 702. — Mesure de l'indice de réfraction de l'eau pour les ondes entretenues courtes, 119.

ANTONIADI : La conception de la gravitation universelle en Grèce antique, 681.

B

BACCIALON : L'œuvre de la nature dans le mode de génération des animaux, 531.

BAILLAUD (Jules) : Les théories de l'Evolution stellaire et les propriétés de la matière, 294.

BARRILLON : La résistance de l'eau et les carènes, 696.

BARROIS : Les enchaînements du développement échinodermien et la question de l'origine des vertébrés, 489.

BASSO : Les dimensions des navires modernes, 384. — Le lancement des navires sur double coulisse, 412. — Les conceptions actuelles du moteur marin, 480. — L'étude expérimentale des formes de carènes, 543. — La technique du cargo-boat, 563. — La construction navale d'après-guerre, 642. — La reconstitution de nos flottes postales, 668. — Le Bureau Veritas, 703. — Les navires pétroliers, 736.

BELOT : La cosmogonie dualiste et tourbillonnaire; sa méthode et ses preuves, 649.

BENON : Le concept aliénation mental, 201. — Surmenage et pathologie nerveuse, 535.

BERGET : Les lois de l'atmosphère et l'aviation transatlantique, 65.

BERLAND : Le vivarium du Jardin des Plantes, 496.

BERTHELOT (A.) : La conservation des denrées alimentaires, 609.

BOCCARDI : L'usage des étoiles dans l'astronomie de position, 43. — Aperçu sur la Mécanique céleste, 329 et 361.

BOGGIA : Possibilités et avantages de l'exploitation de l'énergie thermique des mers, 342.

BONNET : Les Barrages, 624 et 659.

BOULIGAND : L'intuition et le symbolisme mathématiques, 257. — Le finitisme et son efficacité dans la recherche mathématique, 585.

BOUTARIC : La concentration en Ions hydrogènes des solutions aqueuses, 553.

BRUNEAU DE LABORIE : L'éléphant en Afrique équatoriale française, 367.

BUREAU : Les relations des ondes électro-magnétiques avec les phénomènes météorologiques, 745.

C

CAMON : La motorisation de l'armée, 538.

CARDOT : Aperçu sur l'évolution de la Physiologie et l'œuvre des physiologistes lyonnais, 1.

CASAMAJOR : L'orientation de *Formica pratensis*, 406.

CAULLERY : Une anticipation de la théorie électronique, 84.

COUPIN : La croissance chez les Anthropoïdes et chez l'Homme, 726.

D

DEJEAN : Le laboratoire des essais de l'Institut polytechnique de l'Université de Grenoble, 46.

DEVAUX : La déchéance des aptitudes reproductrices chez les animaux au cours de l'évolution, 173.

DIDIÉE : Pour le traitement du cancer, 183. — Un traitement du rachitisme, 641. — La dengue et la récente épidémie d'Athènes 702.

DOUBLET : Les petites planètes, 161.

F

FABRY : La vie et l'œuvre scientifique d'Augustin Fresnel, 33. — L'industrie et l'optique, 677.

FRANCHET : Glozel, 262. — L'abbé Bourgeois et la question de l'Homme tertiaire, 751.

G

GARNIER : Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences, 52, 118, 177, 239, 345, 446, 508, 573, 640, 701, 760.

GIRAUD : Le contrôle de la fécondation des reines d'abeilles, 335.

GRAFFIGNY (DE) : L'étude du soleil et de l'électricité atmosphérique à l'Observatoire de l'Ebre, 401.

GUILLAUME. : La septième conférence générale des poids et mesures, 225.

GUY : Le centenaire de René Caillé, 274.

H

HAMY : Louis Guignard, 214.

HARDY : Les grands problèmes coloniaux, 193.

I

IMBS : Les progrès de l'éclairage, 302.

J

JOLEAUD : Reliques des milieux biologiques miocènes dans l'Afrique du Nord, 242. — La tectonique du fossé éthiopien, 513. — L'Atlantide envisagée par un paléontologiste, 521. — Les cerfs quaternaires à mâchoires épaisses d'Afrique et d'Asie, 542.

K

KEMAL EL DINE et BREUIL : Les gravures rupestres du Djebel Ouenat, 105.

L

LABUSSIÈRE : Métrophotographie : les procédés et les appareils de restitution cartographique, 138.

LAIGNEL-LAVASTINE : Les aliénés de la Révolution dans l'œuvre de Pinel et de ses élèves, 558.

LALANDE : Sur une théorie du Mécanisme de la Karyokinèse, 136.

LONG : Les propriétés physiques des verres, leur contrôle dans un laboratoire verrier industriel, 370.

M

MARCOTTE : Les essais sur modèles réduits et la méthode scientifique, 76. — Chemins de fer et tramways. Traitement thermique des bandages de roues, 569. — L'avenir de la locomotion aérienne, la sécurité, 698.

MATAGRIN : Les masques respiratoires dans les industries chimiques, 13.

MATIGNON : L'agriculture et l'industrie chimique, 55. — Souvenirs de Berthelot, 239.

MAURAIN : La physique du Globe et ses applications, 425.

N

NEVEUX : Récupération automatique de l'humidité atmosphérique par le puits aérien. Système Knapen, 500. — Sur l'aération des locaux et habitations, 634.

P

PERRIN : Discontinuité de la matière, 97 et 130.

PORTIER : Entomologie et Physiologie, 289.

R

RENAUD : Les origines de la Céramique indienne du Sud-Ouest américain, 462.

RIGOTARD : Le climat du blé dans le monde, 577.

RODRIGUEZ-MOURELLO (José) : L'autoxydation, 393.

ROUCH : Les glaciers polaires, 166.

RUDAUX : La Planète Mercure, 457.

S

SÉE : Arthur Young et le mouvement scientifique en France, 73.

SYSLEY : La teinture de la soie artificielle, 204.

T

THIÉBAUD (M.) : Le prospecteur moderne et la prospection, 504.

THIÉBAUT (Raymond) : Mazout ou charbon pulvérisé ? Quel est notre combustible industriel de demain, 438. — La technique moderne dans l'industrie des textiles artificiels, 596.

V

Vannier : La vocation médicale et le rôle social du médecin, 236. — L'observation du malade, 472.

Vayssière : L'union internationale de secours et la Recherche scientifique, 696.

Veil : Electrons libres, atomes et lumière, 9. — Les ondes ultra-sonores, 590.

II. — TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

(Articles, Notes et Actualités. Académie des Sciences, Nouvelles)

A

Académie des Sciences. — Séances : (28 novembre et 5 décembre 1927), 24 à 26; (5 et 19 décembre), 56 à 62; (27 décembre 1927, 3 et 9 janvier 1928), 86 à 91; (16 janvier), 122 à 125; (23 et 30 janvier), 151 à 155; (6, 13 et 20 février), 182 à 189; (27 février et 5 mars), 216 à 221; 19 et 26 mars, 244 à 251; (2 et 11 avril), 282 à 285; (16 et 23 avril), 321 à 325; (30 avril et 7 mai), 352 à 357; (14 et 21 mai), 385 à 389; (30 mai, 4 et 11 juin), 414 à 421; (18 et 25 juin), 448 à 454; (2 et 9 juillet), 481 à 486; (17 et 23 juillet), 514 à 518; (30 juillet et 6 août), 546 à 550; (13 et 20 août), 579 à 581; (27 août, 3 et 10 septembre), 611 à 612; (3 et 10 septembre [fin]), 644 à 645; (17 et 24 septembre), 645 à 647; (1er et 8 octobre), 671 à 673; (15 et 23 octobre), 704 à 708; (29 octobre et 3 novembre), 737 à 741; (10 et 17 novembre), 766 à 770.

Accidents (Théorie cinétique des) : De la circulation dans une agglomération urbaine, 279.

Acier trempé, 23. — Remplacement du manganèse dans l'acier, 183.

Acoustique des auditoires, 319.

Aération des locaux et habitations, 634.

Agences économiques coloniales, 320.

Agriculture et industrie chimique, 55.

Aliénation mentale (Concept), 201.

Aliénés (Les) de la Révolution dans l'œuvre de Pinel et de ses élèves, 558.

Alliages métalliques (Analyse quantitative spectrale), 512.

Ampèremètres (Etalonnage des) aux fréquences radioélectriques, 668.

Amplification des courants très faibles à l'aide du thermo-relais, 575.

Anthelminthique (Sur un nouvel), 480.

Anthropoïdes (La croissance chez les) et chez l'Homme, 726.

Aptitudes reproductrices chez les animaux en cours d'évolution, 173.

Aqueduc de l'Apoulie, 351.

Arrhénius (Swante), 642.

Atlantide (L') envisagée par un paléontologiste, 521.

Atomes (L'indice de tassement des), 510.

Audiomètre, 147.

Automobile (Librairie) dans le Massachusetts, 737.

Autoxydation, 393.

Aviation, 65, 350.

B

Barrages, 624, 659.

Berthelot (Souvenirs sur), 231.

Blé (Climat du) dans le monde, 577.

Bourgeois (L'abbé Louis) et la question de l'Homme tertiaire, 751.

Bruyères (Exploitation des souches de), 413.

C

Caillé (Centenaire de), 274.

Calcémie (Action comparée de l'ingestion de divers sels calciques sur le taux de la), 122.

Cancer (traitement), 180.

Cancer digestif humain (Essai de transmission au Chimpanzé du), 542.

Catalyse sous pression réduite, 479.

Céramique (Les origines de la) indienne du Sud-Ouest américain, 462.

Champ électrique de l'atmosphère aux grandes altitudes, 666.

Champs électriques et magnétiques de grande puissance, 213.

Chauffage par radiation, 545.

Charbon pulvérisé ou mazout, 438.

Chemins de fer du Maroc, 544. — Chemin de fer et tramways. Traitement thermique des bandages de roues, 569.

Chimie capillaire, 541.

Coloniaux (Problèmes), 193.

Coloration des pellicules d'oxydation des métaux, 119.

Communications radiotéléphoniques, 21.

Coopération intellectuelle, 243.

Cosmogonie dualiste et tourbillonnaire, sa méthode, ses preuves, 649.

D

Dengue (La) et la récente épidémie d'Athènes, 702.

Denrées alimentaires (Conservation), 608.

Dessiccation intensive des liquides, 733.

Diastases de la peau, 243.

Diélectriques de condensateurs, 606.

Discontinuité de la matière, 130.

Dyssimétrie optique de l'espace, 733.

E

Eclairage (Progrès), 302.

Effets de bord (Dispositif éliminant les), 214.

Electro-aimant de l'Académie des Sciences, 443.

Electronique (Théorie), 84.

Electrons libres, atomes et lumière, 9.

Eléments chimiques (Découverte récente de nouveaux), 383.

Eléphant (L') en Afrique équatoriale française, 367.

Encéphalite épidémique (Réactions antisociales), 576.

Enchainements du développement échinodermien et la question de l'origine des vertébrés, 489.

Energie électrique aux Etats-Unis, 513.

Energie thermique des mers (Exploitation), 342.

Emanation du Radium, 667.

Empierrements (Durcissement des) de chaussées silicatées, 481.

Entomologie et Physiologie, 289.

Etoiles dans l'astronomie de position, 43.

Evolution stellaire (Les théories de l') et les propriétés de la matière, 294.

F

Fécondation des reines d'Abeilles (Contrôle sur la), 335.

Ferro-manganèse au fourneau (Production du), 281.

Filtres permettant d'isoler d'étroites régions spectrales, 761.

Finitisme (Le) et son efficacité dans la recherche mathématique, 585.

Fluor (Préparation industrielle), 149.

Formica pratensis (Orientation de), 406.

Formol (Actions nocives des vapeurs de), 318.

Foudre (La) et la matière fulminante, 411.

Fresnel (Vie et œuvre scientifique), 33.

G

Gare frigorifique de Genève, 642.

Glaciers polaires, 166.

Glozel, 262.

Glucose (excitant physiologique de la sécrétion interne du Pancréas), 122.

Gravitation universelle en Grèce antique, 681.

Gravures rupestres du Djebel Ouenat, 105.

Guignard (Léon), 214.

H

Haute-fréquence (Décharges de) dans l'ultra-vide, 410.

Hélium. Oxygène (Mélanges respiratoires), 542.

Homme tertiaire, 751.

Horloge à remontage automatique, 510.

Hydrogénations catalytiques en milieu liquide par le platine et le palladium, 608.

I

Image latente (Mécanisme et formation), 121.

Indicateurs radioactifs, 317.

Indice de réfraction (Mesure), 119.

Institut polytechnique de l'Université de Grenoble (Laboratoire des essais), 46.

Intuition et symbolisme mathématiques, 257.
Ionisation de la haute atmosphère sous l'action du soleil, 278.
Ions hydrogène (Concentrations en) des solutions aqueuses, 559.

K

Karyokinèse (Mécanisme de la), 136.

L

Lampes à arc modernes, 736.
Lampe à atmosphère gazeuse, 472.
Lampes en silice pour la radiotélégraphie, 348.
Lèpre (La) et sa prophylaxie, 763.
Locomotion aérienne (Avenir de la); la sécurité, 698.
Lumière du jour artificielle, 513.
Luminescence par rayonnements radioactifs, 53.
Luminescence de la vapeur de Mercure, 240.
Mammifères implacentaires (Evolution), 531.

M

Maladies infectieuses, 54.
Matières fibreuses (Application des rayons X à l'étude des), 384.
Masques respiratoires dans les industries chimiques, 13.
Mathématiques (Le rôle des) et des hypothèses dans la physique de Newton, 212.
Matière (Discontinuité de la), 97.
Mazout ou charbon pulvérisé, 438.
Mécanique céleste (Aperçus sur la), 329, 361.
Métrophotographie, 138.
Mines de mercure en Algérie, 281.
Modèles réduits, 76, 718.
Mois mathématiques à l'Académie des Sciences, 52, 118, 177, 239, 345, 446, 508, 573, 640, 701, 760.
Moteurs à explosion (Compression du mélange gazeux, 241.
Motorisation de l'armée, 538.
Musique radiophonique, 120.
Mutations (Productions expérimentales), 84.

N

Nébulium (Spectre doit du), 411.
Nécrologie, 157, 613.
Nouvelles, 28, 62, 91, 126, 155, 189, 221, 42, 283, 326, 357, 389, 421, 454, 486, 519, 550, 581, 612, 647, 673, 708, 741, 770.
Nuages orageux, 83.
Nutrition, 54.

O

Observatoire de l'Ebre (Etudes du Soleil de l'électricité atmosphérique à l'), 401.
Observation (L') du malade, 472.
Ondes électromagnétiques (Les relations des) avec les phénomènes météorologiques, 745.
Ondemètre-hétérodyne de 10 à 20.000 mètres, 448.
Ondes courtes, 119, 348.
Ondes ultra-sonores, 590.
Optique (Industrie), 617.
Ozone (Influence des gaz étrangers sur la production de l'), 278.

P

Panama (Trafic du Canal de), 543.
Particules α (Dénombrement, propriétés, caractères cristallins), 607.
Perforation des enveloppes en verre des triodes émettrices, 317.
Pétrole aux Etats-Unis (surproduction), 182.
Phosphates de Nauru et des îles d'Océanie. Leur exploitation, 413.
Physiologie (Evolution de la) et l'œuvre des physiologistes lyonnais, 1.
Physique du Globe et ses applications, 425.
Pin noir d'Autriche (Utilisation en papeterie), 546.
Planète Mercure (La), 457.
Planètes (Les petites), 161,
Poids et mesures (Septième Conférence), 225.
Pont géant de Plougastel, 544.
Préparation des malades à l'opération, 609.
Prospecteur (Le) moderne et la prospection, 504.
Pyrites (Gisements de) en Italie, 319.

Q

Quinquina (Culture), 514.

R

Rachitisme (Un progrès dans le traitement du), 641.
Radiations comprises entre les rayons ultra-violets et les rayons X ordinaires 732.
Radio (Une curieuse application de la), 702.
Radiocommunications sur trains en marche, 147.
Radio-émissions dirigées, 54.
Raies spectrales (sensibilité), 540.
Rayonnements (Mesure des), 22.
Rayonnements radioactifs (Luminescence), 53.
Rayons X (L'action bactéricide des), 702.
Rayons positifs (émission), 179.
Rayons X et état colloïdal, 82.
Récupération automatique de l'humidité atmosphérique par le puits aérien système Knapen, 500.
Relativité, 178.
Reliques des milieux biologiques miocènes dans l'Afrique du Nord, 242.

S

Sélénium (Propriétés photoélectriques), 574.
Semence (Station d'essai), 84.
Signaux radioélectriques (Enregistreur automatique d'intensité des), 383.
Silicates (Structures), 576.
Soie artificielle (Teinture de la), 204.
Soleil (Le), laboratoire de recherches, 20.
Sondages au Pays de Braye, à Ferrières-en-Bray, 643.
Spectres excités en présence d'hydrogène atomique, 382.
Station d'essais de machine, 150.
Station hydro-électrique de Villalba (Espagne), 182.
Structure et formation des particules colloïdales, 318.
Structure des métaux par les rayons X, 735.
Substances métalliques (Classification), 641.
Supraconducteurs, 763.
Surmenage et Pathologie nerveuse, 535.

T

Tabac (Culture du) en Algérie et au Maroc, 414.
Tectonique du fossé éthiopien, 513.
Télégraphie sans fil entre l'Angleterre et les Indes, 413.
Télémétrie, 713.
Télévision, 511.
Terres (Valeur agronomique des) en formation sur les montagnes, 24.
Textiles artificiels (Industrie), 596.
Tonnellerie (L'emploi en) des bois de la Guyane, 670.
Tuberculose (Vaccination contre la), 411.

U

Unité de charge électrique (Détermination), 242.
Union internationale de secours et la recherche scientifique, 696.
Union des syndicats d'ingénieurs français, 320.
Uranium (Identification de l') par photoluminescence, 541.

V

Verres (Propriétés physiques), leur contrôle dans un laboratoire verrier industriel, 370.
Vésicule biliaire (Drainage par tubage chez les migraineux), 148.
Vinification par chauffage préalable des raisins, 669.
Viscosité des lubrifiants à température élevée, 667.
Vivarium du Jardin des Plantes, 496.
Vocation médicale (La) et le rôle social du médecin, 236.

Y

Young (Arthur) et le mouvement scientifique en France, 73.

Z

Zinc en Australie (Industrie), 350.

III. — TABLE ALPHABÉTIQUE (Chroniques bibliographiques)

A

ANDREWS : On a specimen of 'Elephas Antiquus from Upnor, 614.
ANNUAIRE du Bureau des longitudes pour 1928, 94.
ANTONY : Anatomie comparée du cerveau, 192.
APPELL : Fonctions hypergéométriques et hypersphériques, 328.
ARAMBOURG : Les poissons fossiles d'Oran, 743.
ASTRUC : Traité de pharmacie galénique, 583.

B

BAILLIÈRE : Electricité. Agendas industriels, 770.
BALY : Spectroscopy, 677.
BARBARIN : La géométrie non euclidienne, 422.
BARDIN : Traité pratique de la construction du moteur à explosions. 256.
BABY : Où en est la chimie colloïdale, 423.
BAUMONT : La grosse industrie allemande et le charbon. 770. — La grosse industrie allemande et la lignite, 771.
BELLUZO : Les Turbines à vapeur, 680.
BERNARD et DEBRÉ. — Cours d'Hygiène, 424.
BERTHELOT : Les combustibles dans l'industrie moderne, 744.
BERTHOUD : Photochimie, 422.
BLANC : Le chef mécanicien-électricien, tome IV, électricité générale, 770.
BLAIN : L'hélice et l'avion de demain, 712.
BLOCH : La guerre chimique, 287.
BOUASSE : Acoustique, cordes et membranes, 32. — Résistance des fluides, 677. — Verges et plaques. Cloches et carillons, 678.
BOUCHER : Essai sur l'hyperespace, 253.
BOUTARIC : Précis de physique d'après les théories modernes, 392. — La physique moderne et l'électron, 613. — La chaleur et le froid, 613. — Thermodynamique et chimie, 712.
BOUTILLHON : Cours pratique d'Electricité industrielle, t. I et II, 95.
BOURDE : Les travaux publics, 456.
BRICARD : L'organisation scientifique du travail, 160.
BROCKMAN : Electro-organic chemistry, 423.
BUHL : Coup d'œil sur la théorie des déterminants supérieurs dans un état actuel, 328.

C

CAMON : La motorisation de l'armée, 616.
CASTELOT : Etude d'hyperchimie, 287.
CHOISNARD : Les preuves de l'influence astrale sur l'homme, 520. — Les objections contre l'astrologie, 520.
CHAPLET : Où en est la chimie industrielle, 680.
CHARBONNIER : Traité de balistique extérieure, 487.
CLERC : La technique photographique, 94.
COHEN : Physikalish chemische metamorphose, 423.
COURAU : Distillation des combustibles à basse température, 744.
COURTINES : La lumière principe du monde, 771.
COUTIÈRES : Le monde vivant. Histoire naturelle illustrée, 191.

D

DARMOIS : Statistique mathématique, 487.
DE BROGLIE : Introduction à la physique des rayons X et gamma, 224
DE GRAFFIGNY : Manuel du mécanicien électricien, 456. — Traité théorique et pratique de navigation aérienne, 677.
DE MARGERIE : Œuvres géologiques de Marcel Bertrand, 359.
DÉRIAZ : Les mesures des températures courantes, 191.
DE ROUZIERS : Les grandes industries modernes, 744.
DIVISIA : Economique rationnelle, 520.
DOPTER et SACQUÉPÉE : Précis de bactériologie, 139.
DUARTE : Nouvelles tables de log n à 33 décimales, 138.
DUVAL et HÉBRARD : Traité pratique de navigation aérienne, 743.

E

EBERHARDT : Les plantes médicinales, 552.
FAIVRE-DUPAIGNE : Cours de physique, 94.

F

FAYE : Cours d'astronomie de l'Ecole polytechnique, 286.
FOURNIER : Flore complétive de la plaine française, 679.
FREUD : Essais de psychanalyse, 256.
FRITSCH : Fabrication et raffinage des huiles et des graisses d'origine animale, 255.
FRITSCH : Traité théorique et pratique de la fabrication de l'alcool, 423.

G

GATTEFOSSÉ : Nouveaux parfums synthétiques, 712.
GÉNIL-PERRIN : Les Paranoiaques, 360.
GILLAIN : La science égyptienne. L'arithmétique au Moyen Empire, 488.
GOLDSMITH : La psychologie comparée, 192.
GRANJON et ROSEMBERG. Traité de soudure autogène et d'oxy-coupage, 743.
GROUARD : De la résistance de l'air au mouvement des projectiles, 487.
GROUSSET : Les moteurs d'embarcations, 256.
GRUNER : La grosse industrie allemande et le charbon, 770.
GUILLAUME : La création du Bureau international des Poids et Mesures et son œuvre, 422.

H

HALMA : Composition mathémathique de Claude Ptolémée, 93.
HAWCK : Practical physiological chemistry, 95.
HERMANN et MOREL : Précis d'anatomie pathologique, 254.
HOPPE : Histoire de la physique, 583.
HUTTE : Manuel de l'Ingénieur, 614.

I

INSTITUT SOLVAY : Conductibilité électrique des métaux et problèmes connexes, 253.

J

JOUSSAIN : Les passions humaines, 392.

K

KOTACZEWSKI : L'état colloïdal et l'industrie, 743.
KOVARSKY : La mesure des capacités psychiques chez les enfants et les adultes normaux et anormaux, 96.

L

LAGRON : Les moteurs à courants alternatifs, 742.
LANIÉ : La géométrie de René Descartes. Les méthodes pour résoudre les problèmes de géométrie, 519.
LAKHOVSKY : L'universion, 254.
LARBALETTE : La perspective rapide dans le dessin industriel, 254.
LASBAX : La cité humaine, 287.
LEAN EVANS et BURR : The antisterility vitamine fat soluble, 254.
LEROY : La Raison primitive, 287.
LEVI-CIVITA et AMALDI : Lezioni di Meccanica rationale, 520.
LÉVY-VALENSY et HALPHEN : Les Vertiges, 254.
LOVE : A Treatise on the Mathematical theory of elasticity, 551.

M

MATHIEU : Transformateurs de puissance. Bobines d'inductance, 253.
MAUBLANC : Les champignons comestibles et vénéneux, 552.
MAURER : Machinisme et automatisme, 359.
METZ : Les méthodes modernes d'éclairage, 328.
MINKOWSKY : La shizophrénie, 360.
MOCHI : La connaissance scientifique, 94.
MOLLIARD : Nutrition de la plante, 139.

Molliard : L'électrification de la France, 742.
Mondeil : Le fluide humain devant la physique révélatrice, 287.
Montandon : Pour une coordination de l'effort scientifique dans la lutte contre les calamités, 712.
Montandon : Les radiations humaines, 771.
Morecroft, Pinto et Curry : Principles of radiocommunication, 742.
Moreau : Les lichens, 614. — La sensitométrie photographie et ses applications, 648.
Moreux : Le Ciel et l'Univers, 678.
Moulonguet : Les vestiges labyrinthiques, 287.
Moureu (Charles) : Discours et conférences sur la science et ses applications, 64. — Notions de chimie organique, 711.

N

Needham, Frost et Tothill : Leaf mining insects, 742.
Niewglowski : Questions d'arithmétique, 487.
Netter : Voitures et wagons, 255.
Nisot : La question eugénique dans les divers pays, 360.
Nostrand et Olsen : Chemical annual, 192.

O

Onlaw : The anthocyanin pigments of plants, 192.

P

Pagès : Affectivité et intelligence, 32.
Pierre-Jean : La descendance. Théorie de la vie, 584.
Planck : La nature de la lumière, 742.
Plakitt : Microscopic fresh water-life 139.
Prat : L'Harmonisme, 488.

R

Rabinovitch : Les gaz rares, 359.
Raibaud : Appareils et méthodes de mesures mécaniques, 520.
Rank : Le traumatisme de la naissance, 583.
Rassak : Psychologie de l'opinion et de la propagande politique, 254.
Ravaisson : De l'habitude, 32.
Regnault : Les méthodes d'Abrams, 160.
Revue hydrographique, 224.
Rignano. Qu'est-ce que la vie, 679.
Rinnes : La science des Roches, 392.

S

Segerblom : Properties of inorganic substances, 679.
Sous-sol (Le) de la France, 679.
Stark : Atomstruktur und atombindung; 742.

T

Taylor : A new view of surface forces, 224.
The ferst Greeland expedition of the university of Michigan, 287.
Thevenin et Coze : Mœurs et Histoire des Indiens Peaux-Rouges, 615.
Timmermans : La notion de l'espèce en chimie, 742.
Toussaint : L'aviation actuelle, 488.
Toutain : L'économie antique, 256.
Trancue : Traitement thermique de l'acier et ses essais, 32.
Tressler : Marine products of commerce, 455.

V

Veaux : Les filtres électriques, 286.
Veronnet : Constitution et évolution de l'Univers, 93.
Vèzes : Leçons de chimie physique, 255.
Villey : L'aveugle dans le monde des voyants, 287.
Vlès : Cours de physique biologique, 455.

W

Werner : Recherches biologiques et expérimentales sur les Ascomycètes de Lichens, 139.
West : A treatise on the British freshwhter Algæ, 552.
Wolfers : Eléments de la physique des rayons X, 423.
Wollenweider : Traité synoptique de soudure autogène et de coupage, 456.

Y

Young : The theory of integration, 487.

IV. — ABBRÉVIATIONS

A. B. — A. Berthelot.
A. Bc. — A. Boutaric.
Ed. M. — Ed. Marcotte.
E. P. — E. Poncelet.
E. Pd. — E. Pittard.
G. B. — G. Bouligand.
F. C. — F. Coupin.
J. B. — J. Baillaud.
J. Pr. — Privat.
L. Ft. — L. F. — L. Franchet.
L. J. — L. Joleaud.
P. A. — P. Abadie.
P. G. — P. Guérin.
P. L. — P. Lemoine.
P. V. — P. Vayssières.
R. B. — R. Baillaud.
R. T. — Troude.
S. R. — Secrétariat de la Rédaction.
S. V. — S. Veil.